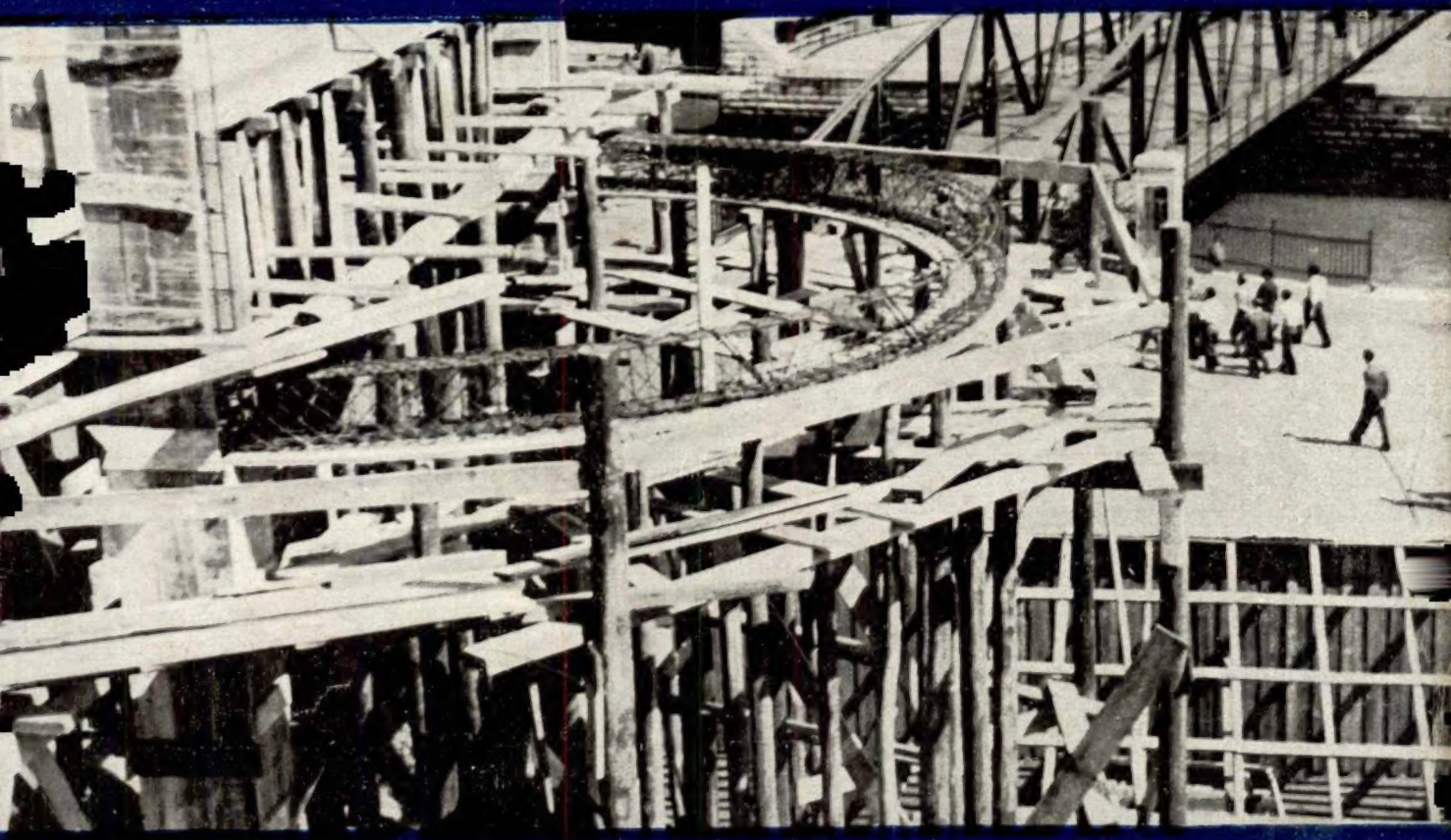
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

143 - Janeiro - 1944

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

SEDE
Rua Duque de Loulé, 240 — Pôrto
Telef. 2828 — 2829 — 2830 — Est. 90

DELEGAÇÃO
R. António Maria Cardoso, 13, 2.º-Lisboa
Telefones 27232 — 27233 — Est. 365

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO E DA CACHOFARRA

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU LEIRIA e de SETÚBAL, pela mais extensa rêde de alta tensão em Portugal (mais de 1.200 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LOGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a **U. E. P.** e consumir a sua energia é **proveitoso negócio**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
143
Janeiro — 1944

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
JOSÉ DE LUCENA
ADMINISTRADOR
FAUSTO GONÇALVES HENRIQUES
BIBLIOTECÁRIO
ANTÓNIO BUSTORFF
CORPO REDACTORIAL
Eduardo de Abreu Nunes
Jorge Trigo Mira
Manuel dos Santos Rézio
António da Silva Salta
Luíz Pinto Elyseu
Secção de Publicações
Fernando Blanqui Teixeira

NÚMERO AVULSO 6$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	16$00	30$00	58$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	40$00	70$00
Estrangeiro...	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Estação Marítima da Rocha Conde de Óbidos — Armadura duma viga semi-circular

		Págs.
A Formação do Engenheiro Moderno	Eng.º Vicente Ferreira	609
Acção do cloreto de cálcio sôbre a prêsa e o endurecimento das argamassas do cimento Portland	Eng.º Quím.-Ind. António Teixeira Lopes	621
Cálculos para um ante-projecto de uma salina da Companhia Nacional de Álcalis (Rio de Janeiro)	Eng.º Civil F. de A. G. Menascal	626
Alterações ao Regulamento do Betão Armado	Eng.º Civil D. M. Vieira Barbosa	633
Modernas tendências da Engenharia Construtiva	Eng.º Civil Bettencourt Fernandes Moreno	639
Fiscalização de Obras Públicas	Eng.º Civil Horácio de Moura	644
As necessidades colectivas e a engenharia		658
Vida Escolar e Associativa		664
Bibliografia		671
Publicações recebidas		671

STABILO

SCHWAN

Bleistift-Fabrik A-G.

NÜRNBERG

Representante:

A. Ferreira da Silva, Pôrto.

Rua Alexandre Braga, 82. Tel. 6132

Lápis de desenho

em 18 graduações 7 B — 9 H

Lápis de côr

O utensílio precioso em 24 côres

Novidade: **STABILO** (Cellomin) **D. R. P.**

O lápis-tinta com a mina especial

resistente às influências climáticas

PROTECÇÃO CONTRA TÔDA A ESPÉCIE DE INFILTRAÇÕES

Impermeabilisação e isolamento de
TERRAÇOS, PAREDES, PAVIMENTOS, CABOUCOS, etc.,
com feltros betuminosos da **S. I. L.**

Peça orçamentos e demais detalhes à

SOC. DE IMPERMEABILISAÇÕES, L.DA

Adjudicatária dos seguintes trabalhos para o Estado:

Liceu D. Filipa de Lencastre, Liceu da Rua do Quelhas e Liceu de Beja, Novo Arsenal do Alfeite, Assistência Nacional aos Tuberculosos (Sanatórios): Funchal, Lisboa e Guarda — Novos edifícios dos Correios e Telégrafos: Funchal, Santarém, Elvas, Beja, Aveiro, Vila Franca, V. N. de Ourém e Estoril — Ministério da Guerra: Sacavém e Ota — Ministério da Marinha: V. R. de Santo António — Teatro de S. Carlos — INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO: reparação de tôdas as coberturas dos seus edifícios

(S. I. L.)

Rua Augusta, 47, 3.º — Telef. 24994
LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

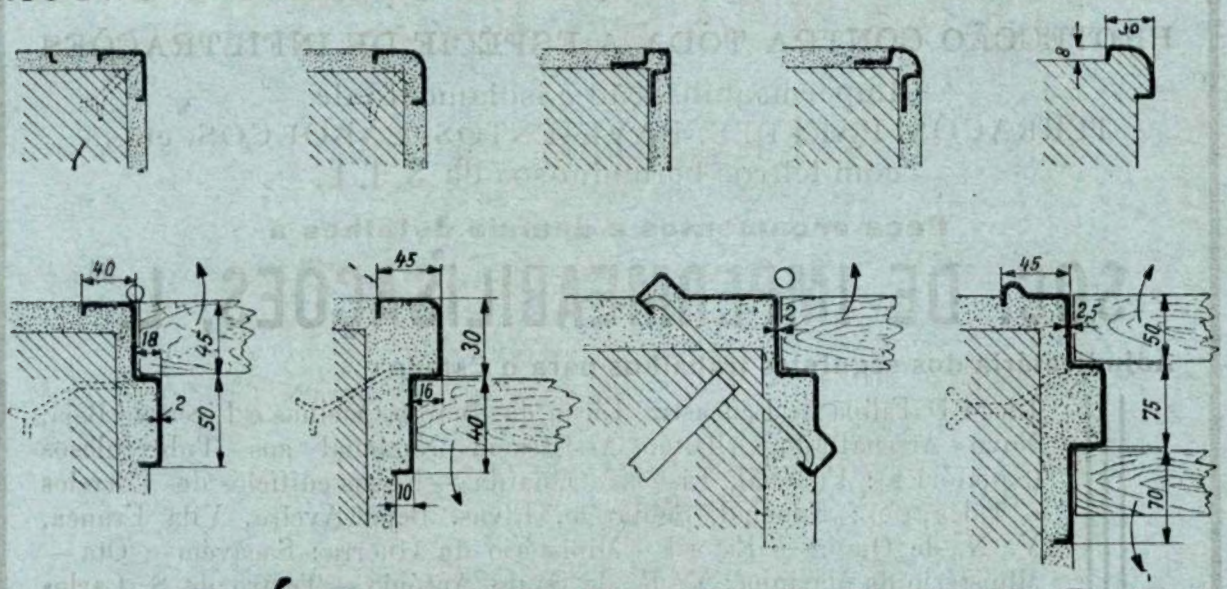
Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GENEROS DE TRABALHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas

Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico

Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo

Rebocos comprimidos por «**cement gun**»

Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro

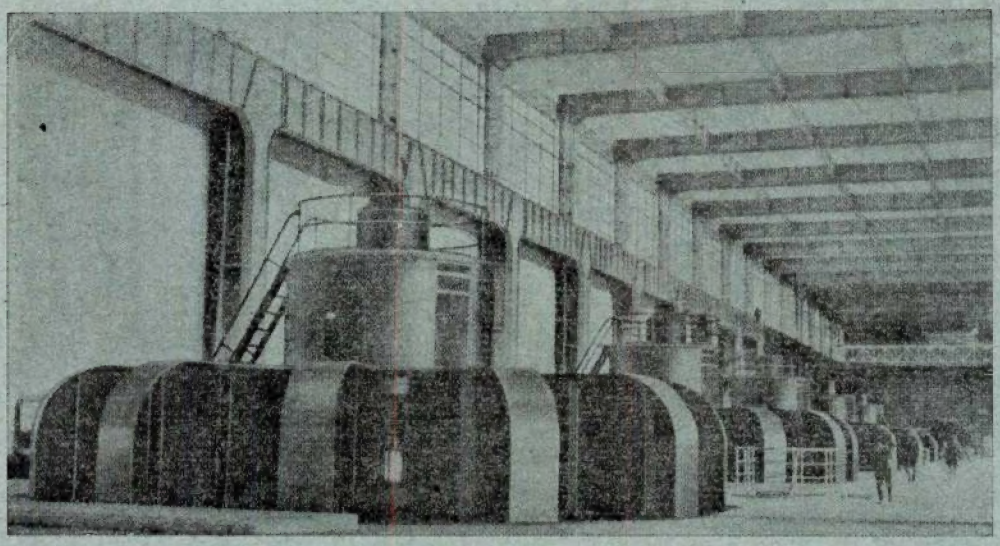
Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2º—LISBOA Tel. 2 8685

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Central hidroeléctrica com 5 geradoras General Electric
de 77.500 kVA 80 r. p. m. cada um

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

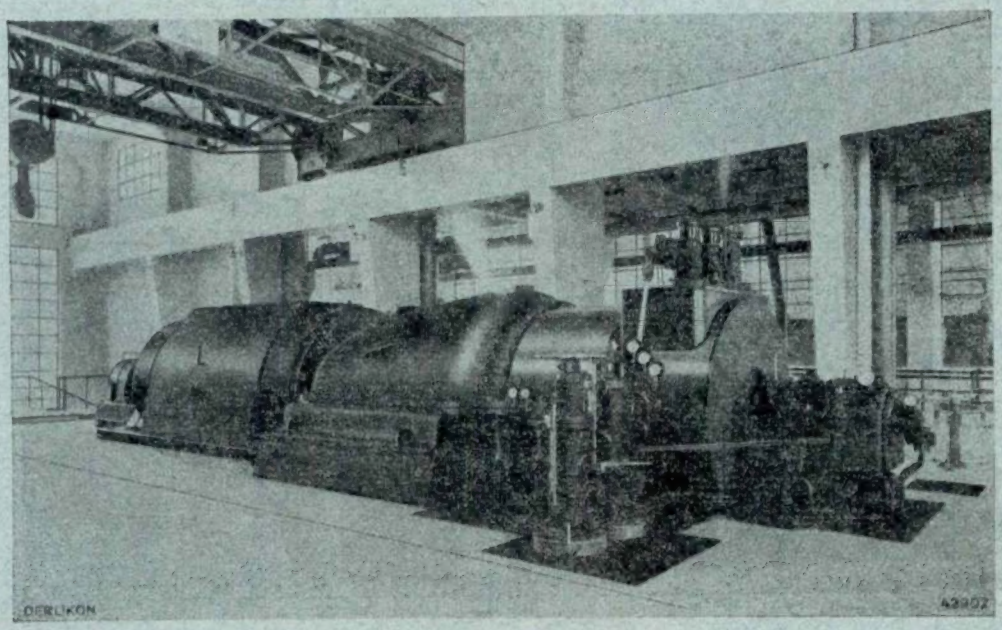
THOMSON
GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

OERLIKON



Grupo turbo-alternador Oerlikon de 30000 kW e ponte rolante de 74 t.
da Central de Hameenlinna (Filândia)

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos para centrais termo e hidro-eléctricas, subestações e instalações de distribuïção. Geradores e motores eléctricos de todos os tipos, transformadores, reguladores de indução, grupos convertidores, mutadores, turbinas a vapor e turbo geradores, gruas eléctricas, interruptores e aparelhos de manobra para alta e baixa tensão, aparelhos de protecção e relais de todos os tipos, equipamentos para soldadura eléctrica por arco, compressores e bombas de vácuo, electrolisadores, equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras eléctricas e diesel-eléctricas (via estreita e normal), tramwais, troley-buses, funiculares, teleféricos, etc.

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Pôrto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.º // Telefone 968

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON
ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

JOSÉ DE LUCENA
DIRECTOR

ANO XIX - N.º 143 JANEIRO 1944

A Formação do Engenheiro Moderno

Discurso proferido na sessão solene que, em 25 de Novembro de 1943, se realizou no I. S. T. para inaugurar a exposição de trabalhos dos alunos, pelo Eng.º Vicente Ferreira, Professor do I. S. T.

Senhor Presidente da República!

Meus Senhores!

1. — Reatando uma tradição — não obliterada, porém não seguida nos últimos anos por impedimentos materiais — o Instituto Superior Técnico inaugura hoje uma exposição dos trabalhos práticos dos seus alunos.

¿Porque se criou e para que se mantém esta tradição?

¿Que resultados superiores de ordem pedagógica ou de interêsse social julgou o Conselho Escolar poder atingir com esta exibição de trabalhos, que não se recomendam nem pela originalidade da concepção, nem pela fineza dos acabamentos, nem pela elegância das formas, nem pela excelência da técnica, nem pela destreza manual dos executantes?

Se tantas qualidades negativas se acumulam nos objectos expostos; se à exposição falecem, confessadamente, os incentivos de beleza, de arte, de técnica, de invenção, únicos capazes — segundo o conceito vulgar — de atrair e prender a curiosidade indiferente dos ociosos ou o interêsse reflectido dos especialistas, parecerá, em primeiro exame, que nem o voto do Conselho teve motivo sério, nem a exposição tem objecto digno da categoria da Escola Superior que a organiza.

E todavia, — Senhor Presidente! — estou convencido de que V. Ex.ª e as outras pessoas ilustres que me escutam já nos fizeram a justiça de admitir que ao Conselho Escolar moveu algum elevado intuito de ordem pedagógica e social — que muito importa esclarecer — e que a pequena solenidade que se organizou para esta inauguração não constitue simples pretexto para discursos e troca de elogiosos cumprimentos — ¡funções tão caras ao temperamento nacional! — mas corresponde a propósitos mais dignos e de maior valor prático, direi mesmo: — de maior interêsse nacional.

Por ser o mais velho dos professores de engenharia e um dos mais antigos professores do Instituto Superior Técnico coube-me a honra — que por outros títulos não merecia — de explicar a V. Ex.as o «porquê» e o «para-quê» desta exposição e desta solenidade.

E, porque se trata de explicar e justificar e não de pronunciar uma oração de sapiência, não devem V. Ex.as estranhar nem a escolha do orador, nem o desataviado do discurso, nem a pobreza dos conceitos ou a carência de erudição.

Meus Senhores!

2. — A Exposição que neste momento inauguramos, e que não pretende fasciná-los

— já o disse — nem pela beleza dos produtos, nem pela técnica, nem pelas maravilhas da invenção, destina-se, essencialmente, a tornar melhor conhecidos os métodos seguidos no Instituto Superior Técnico, para formar os engenheiros das cinco especialidades que nêle se professam: — a de engenharia de obras públicas ou *engenharia civil;* a de *engenharia de minas;* a de *engenharia de máquinas;* a de engenharia do descobrimento e produção industrial de substâncias úteis ou *engenharia química*; a de engenharia da captação e utilização de energia eléctrica ou *engenharia electro-técnica.*

O seu fim é, portanto, pedagógico e social.

Por seu lado a *Sessão Solene* tem por objecto principal chamar para os nossos métodos a atenção interessada do Estado, dos colonialistas, dos industriais e — de modo geral — de tôdas as entidades que, vivendo num mundo dominado pela *Técnica,* não podem desconhecer o tipo, a formação e as funções sociais do *Técnico* e, sobretudo, do técnico superior, que é o *Engenheiro.*

Muito deliberadamente confesso que o Conselho Escolar do I. S. T., ao convidar V. Ex.as, se quis ter, em primeiro lugar, a grande honra e satisfação de receber tão altas individualidades, teve, igualmente, em vista, um fim de publicidade — de *reclamo,* como se diz em algaravia comercial — para tornar melhor conhecidos do País esta oficina de preparação de engenheiros, e, acima de tudo, os seus *produtos,* que são os engenheiros da marca I. S. T. oferecidos pelo Instituto a tôdas as actividades económicas da Nação.

Com estes engenheiros — e os da Escola do Pôrto — e com os técnicos portugueses de outras especialidades se está reconstruindo Portugal e edificando, desde os fundamentos, a estrutura económica do Império Colonial Português.

Como se lia num painel do pavilhão dos caminhos de ferro, da Exposição do Mundo Português, contam-se, nos tempos modernos, três grandes períodos de renascimento económico de Portugal: — o de Pombal, o de Fontes e o presente; mas

No período de Pombal, os *Técnicos* eram estrangeiros;

No período de Fontes, o *Crédito* foi estrangeiro;

No período de Salazar, *Técnica* e *Crédito* são nacionais [1].

A superioridade do período actual é evidente, porque afundando raízes na própria terra, se desenvolve com tôdas as condições de perdurar e florescer. O crédito, ou, melhor, os *capitais* arrancou-os à generosa terra portuguesa o génio financeiro do Dr. Oliveira Salazar; os técnicos fornece-os, e da melhor qualidade, o Instituto Superior Técnico.

3. — Mas, para que bem se compreendam os nossos métodos e a exemplificação plástica que dêles vamos apresentar, eu pedirei a V. Ex.as que, antes de os julgarem, cada um responda a si próprio a uma interrogação, a qual, parecendo indiscreta, dadas as circunstâncias de pessoas, de lugar e de tempo, só me atrevo a formulá-la pelo grande desejo de cotejar com as de V. Ex.as a minha própria resposta.

— *¿ O que é um engenheiro?*

4. — Não sei se V. Ex.as — os que não são engenheiros, nem com êles mantêm contactos profissionais — já se detiveram a considerar a origem, formação e caracteres dêste curioso tipo humano, que surgiu e se multiplicou nas sociedades modernas, com tão impetuosa vitalidade que logo nelas ocupou lugar proeminente e se prepara para assumir as mais altas funções de direcção.

Pode dizer-se — e bem — que o tipo social do engenheiro surgiu com a Técnica, da qual é, ao mesmo tempo, produto, agente e criador; mas deve considerar-se que a Técnica apareceu no Mundo com as primitivas sociedades humanas e que a Civilização e a Técnica têm evoluído par a par, não me atrevendo eu a decidir se os progressos da Civilização correspondem, — como de

[1] Esta feliz síntese deve-se ao Sr. Engenheiro Branco Cabral, antigo aluno do I. S. T., hoje Secretário Geral da Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses.

causa a efeito —, aos da Técnica ou inversamente.

Uma coisa, porém, é certa: que se a Técnica é tão velha como a Humanidade, o *Engenheiro* é personagem de criação moderna, contemporânea mesmo!

Pelo menos não sei que Gil Vicente tivesse metido algum engenheiro na *Barca do Inferno;* que Moliére o ridicularizasse nas suas comédias; que Shakespeare dêle fizesse uma das *dramatis personae* das suas tragédias ou que Balzac o tomasse como agente de intriga dos seus romances. E se Dickens — contemporâneo de Balzac — nos pintou um engenheiro, sonhador ingénuo que errava os cálculos e a quem, por nada perceber cá dêste mundo, meteram numa prisão, foi porque Dickens, sendo inglês, pôde assistir, na sua pátria, aos primeiros tentames de hegemonia da máquina e ao desabrochar dos primeiros espécimes do novo tipo.

Até essa época — e mesmo em épocas recentíssimas — confundia-se o técnico com o mestre de ofício, o *mecânico,* que vivia do trabalho manual e se colocava, na estima pública, não só abaixo do fidalgo, do letrado e do clérigo, mas também do soldado aventureiro e do mercador.

Os mecânicos ou artífices trabalhavam as vulgares matérias primas, segundo regras empíricas — os segredos dos mesteres — ciosamente guardados pelos filiados do *guild* ou da *corporação* ou, transmitidos de pais a filhos como herança de família. A estes segredos se reduzia a *ciência* dos técnicos daquelas épocas.

Acima dêstes, havia — é certo — outros de maior categoria, os *arquitectos,* que delineavam as obras civis e militares, os palácios e as catedrais, as fortalezas e os quartéis, as muralhas das ribeiras e as pontes; mas os seus merecimentos residiam mais na bela-arte que cultivavam, do que na *ciência técnica* que os formara e não ia muito além do conhecimento de algumas regras empíricas, baseadas na experiência corrente e na observação das obras da antigüidade clássica.

Só muito mais tarde — talvez nas últimas décadas do século XVIII — a arquitectura civil se separou da arquitectura militar, e se criaram os corpos de engenheiros militares, técnicos especializados na arte de construir, atacar e defender praças de guerra, mas aos quais se confiavam, em tempo de paz, certos trabalhos de utilidade pública, da categoria dos que hoje chamamos obras públicas ou obras de fomento: — estradas, pontes, canais, portos marítimos, etc.

Pelo menos, assim sucedeu em Portugal, onde só muito depois de haver engenheiros militares, se instituiu o corpo de engenharia civil, no qual — apesar do nome — predominavam os engenheiros militares e os militares engenheiros. A nossa primeira escola de Engenharia Civil foi, aliás, a própria escola dos engenheiros militares, a *Escola do Exército* e os nossos engenheiros militares gozavam, até há poucos anos, do privilégio de ingressarem nos quadros de Obras Públicas, sem dependência de concurso.

Não me proponho, porém, narrar a história da engenharia em Portugal, e por isso — retomando a seqüência das minhas considerações — recordarei que *engenheiro,* como categoria distinta, mas quási emparelhada com a de arquitecto, só aparece com a criação da rêde de grandes estradas, primeiro em França, nos meados do século XVIII e, depois, em Inglaterra.

O *sieur* Gautier, grande construtor de pontes no tempo de Luiz XV, de França, ainda se intitulava «arquitecto, engenheiro, e inspector de Pontes e Calçadas do Reino».

Em Inglaterra, Murdoc, Trevithick, os dois Stephensons, o próprio Mac-Adam, e outros que foram célebres *engenheiros* no comêço do século passado, compartilharam êste título com os simples *oficiais mecânicos,* construtores e condutores de máquinas. Ainda hoje — como se sabe — em Inglaterra, *engineer* tanto designa o maquinista da locomotiva, como o *técnico* que a delineou, ou o que traçou um caminho de ferro, ou projectou e dirigiu a construção de uma ponte, ainda que seja a ponte monumental do *Firth-of-Forth.* Para os ingleses todos êles são engenheiros, porque têm de comum a qualidade de possuírem *engenho* ou aptidão mecânica.

5. — Mais do que à estrada, deve-se à invenção da máquina de vapor, primeiro, e à dos caminhos de ferro, depois, a formação do tipo social moderno do *engenheiro*. É uma criação do século XIX.

Um largo período de grandes guerras — as da Revolução e do Império, na Europa, e as da independência da América — prepararam — como parece ser de regra — o ambiente propício para a expansão daquelas *grandes técnicas*.

A máquina de vapor e os caminhos de ferro, por sua vez, criaram, ou foram os instrumentos de que a revolução social do século XIX se serviu para criar a *civilização materialista* do nosso tempo.

Chamam-lhe a *era da máquina* ou *era industrial;* mas eu prefiro chamar-lhe *era das grandes técnicas,* porque *indústrias* sempre as houve e *máquinas* também, e se a *invasão da máquina* abarca hoje a Terra inteira, dominando com tanto vigor a vida social — que já nos parece que sem máquinas não se pode viver — por outro lado, inúmeras técnicas, que não podem com propriedade chamar-se *mecânicas,* sobrepuzeram-se às primeiras e difundiram-se nos usos e costumes sociais, com tão subtil fôrça de penetração, que os actos mais comesinhos da vida estão condicionados por complicadas técnicas. E tôdas inventadas — ! ó ironia da razão humana! — para *facilitar* a vida!

¡ Felizes os tempos em que a charrua era de pau e o lavrador a fabricava com o tronco de qualquer árvore; em que o cavalo e o boi, o vento ou a torrente da ribeira davam a fôrça motriz para elevar a água, moer o grão e esmagar a azeitona; em que se viajava a pé ou a cavalo, no vagaroso churrião ou na veloz diligência — que apesar de veloz e diligente, não dava mais de 8 a 10 quilómetros por hora — ; em que a palavra falada não ia mais longe do que um tiro de pedra e em que a mortiça lâmpada de azeite, ou o côto de cebo bastavam para alumiar a vigília do escolar, a velada dos doentes ou o serão das fiandeiras!

Tudo era simples, natural, compreensível. Do mais rude e ingénuo camponês ao mais douto letrado, todos sabiam de que eram feitas, como se fabricavam e como funcionavam as coisas destinadas ao seu trabalho, gôzo ou comodidade.

Hoje, na rua, em casa, no gabinete ou na oficina, tudo são complicações e mistérios, mecânicas delicadas ou brutais, energias ocultas e perigosas, que temos de aprender a manejar, que só vagamente conhecemos e que, inventadas para facilitar a vida, acabaram por sujeitar-nos, de olhos fechados, ao seu domínio ilimitado e tirânico.

Já não compreendemos o ambiente artificial que nós próprios inventamos para *viver bem*. Tudo em nossa volta, quer sejamos ignorantes, simples estudiosos ou sábios, são hoje mistérios. Para decifrar cada mistério temos de chamar o mago da especialidade — o *técnico* — e para os grandes mistérios o *sacerdos maximus* da *técnica* — o *Engenheiro*. E porque se multiplicam cada vez mais as técnicas especializadas e quási sempre muitas se conjugam para um só objecto, embora de aparência simples — a lâmpada eléctrica, o telefone, o carro automóvel, por exemplo, — não é raro que para decifrar um só dêstes mistérios, tenhamos de convocar uma colegiada inteira de magos especialistas.

E aqui têm V. Ex.as por que neste Instituto se professam *cinco* especialidades de engenharia — e são menos do que exige a prosperidade económica do País — e por que os engenheiros tomaram, na vida moderna, aquele lugar proeminente de que há pouco falei.

6. — Mas, Senhor Presidente, se ficou provada — como espero — a necessidade de haver muitos engenheiros e de multiplicar as especialidades em que se formam, não me parece que tenha esclarecido quanto devia, o «por-que» se elevou o engenheiro acima do *mecânico* ou por que de *mestre de ofícios* passou a criador e dirigente de *Técnicas*, que o mesmo é dizer — de trabalhador manual a professor de ciências aplicadas.

Prometo ser breve no esclarecimento, porque as causas são conhecidas.

Como V. Ex.as sabem — e melhor do que eu — data dos fins do século XVIII e começos do século XIX a grande revolução científica que entronou, definitivamente, os métodos

de observação e experiência, bases da ciência moderna sôbre as ruínas da estéril especulação escolástica. A Física, a Química e a Mecânica modernas datam dessa época. Os nomes de Lavoisier, Ampére, Volta, Monge, Laplace e de muitos outros estão na memória de V. Ex.ª

Por feliz coïncidência, as *matemáticas,* de que Descartes, Newton, Lagrange, foram célebres precursores, tiveram na mesma época, graças à escola Politécnica de Paris criada pela Convenção, cultores apaixonados que a converteram em instrumento precioso de investigação científica. A Astronomia, a Física, a Mecânica Racional, a Elasticidade, a própria Química e muitas outras ciências puras e aplicadas devem às Matemáticas notabilíssimos progressos.

Mas se os mestres das ciências, — quer puramente lógicas, como as Matemáticas, quer de observação e experiência, como as chamadas Ciências naturais e físico-químicas —, buscavam, acima de tudo, decifrar o «por-quê» das coisas, outros investigadores, não menos beneméritos, procuravam responder, a propósito de cada nova descoberta das ciências, a esta outra pregunta:

— ¿Para que pode servir?

São estes, os «utilitários», os inventores, os criadores de novas *técnicas,* os que tornam verdadeiramente úteis para a humanidade as descobertas dos sábios. Mas, como sempre sucede, cada nova invenção propõe, por sua vez, aos sábios investigadores de «comos» e por-quês», novos problemas que êles conseguem ou não conseguem resolver, mas que possuem a virtude de estimular o progresso das próprias ciências. Que o digam a Química, a Física e a Mecânica Racional se muito não devem aos inventores de novas técnicas! — E recìprocamente!

Destas mútuas reacções resulta, porém, que umas vezes a *Técnica* precede a *Ciência;* outras é a *Ciência* que origina novas *Técnicas.* Não sei dizer — no estado actual das ciências puras e aplicadas — qual delas leva a dianteira; mas creio não errar muito afirmando que, na civilização hiper-mecanizada dos nossos dias, a investigação puramente experimental — por ventura o próprio *empirismo* — correspondem ao que na arte da construção de túneis se chama a *galeria de avanço:* rasga o caminho que os puros cientistas hão-de seguir, alargando-o, consolidando-o e esclarecendo-o. Mas progride sempre, sem esperar pelos que vêm atrás!

Todavia o técnico ou, melhor, o inventor, na invenção de novas técnicas e, também, na aplicação e aperfeiçoamento das que existem, não pode seguir à-tôa, sob pena de malbaratar o tempo e desperdiçar esforços. Há leis inelutáveis que regem as resistências da matéria e as transformações da energia. Formulá-las constitue o objecto de um conjunto de ciências lógico-experimentais positivas, de que o Técnico Superior deve assenhorear-se, para não tactear às cegas, em busca das soluções dos problemas que se lhe deparam.

As ciências puras não bastam, porém, para êste fim. Já o dissemos: os seus progressos nem sempre correspondem, por demasiado lentos, às exigências das aplicações utilitárias. Mas da feliz associação — que ficou esboçada — entre as ciências puras e a experiência aventurosa dos inventores, mais aquelas doses de intuïção mecânica e de empirismo, a que a nossa impaciência recorre para criar soluções que a pura ciência não fornece, nasceu um grupo de ciências semi-empíricas, de base lógico-experimental, que se podem abranger na designação de *Ciências aplicadas à arte do engenheiro* ou *Ciências da Técnica.*

É na posse destas ciências — divididas segundo as especialidades — que consiste a *formação científica dos engenheiros.*

Na realidade, as exigências da técnica moderna, ilimitadamente complexa, impõem o seu conhecimento a tôdas as categorias de técnicos; mas em graus diferentes. Em esbôço grosseiro pode dizer-se que a proporção de conhecimentos científicos e de habilidade manual exigidos varia, do simples trabalhador, ao operário classificado, ao contra-mestre e ao engenheiro: — nenhuns conhecimentos científicos e pouca habilidade manual no trabalhador ordinário; modestos conhecimentos científicos e máxima habilidade nos operários classificados e contra-mestres; alguma habilidade manual e muita ciência no engenheiro.

Em princípio, a transição de grau para grau nesta escala de valores pode ser insensível. Na realidade há uma passagem brusca do contra-mestre e equiparados para o engenheiro. Determina-a a intensidade da preparação científica, associada — em regra — a maior cultura geral e ao conhecimento de outras disciplinas não técnicas.

Tal é o engenheiro moderno! Homem de experiências — porque sempre pronto a experimentar — mas também e, sobretudo, *homem de ciência*.

Se não possuir esta — e em tão elevado grau quanto possível — a sua actividade profissional ou se reduzirá à prática inconsciente de qualquer *rotina*, ou às aventuras do *empirismo* mais ou menos mal inspirado; isto é, baixará à categoria dos simples *mecânicos*, porventura à de pilar do amanuensado.

Do artilheiro moderno, disse não sei que autor francês, que era um «*sábio a cavalo*». Do engenheiro contemporâneo pode afirmar-se que é um «*sábio com fato de macaco*».

Não é uma ficção retórica. É uma realidade que V. Ex.as podem verificar em qualquer boa organização industrial. Traduz a dupla formação — de experimentador ousado e cientista — que lhe grangeou o título de *homem de engenho* ou *Engenheiro!*

Senhor Presidente!

7. — Tenho insistido — talvez indiscretamente — na origem, formação e funções profissionais dos irmãos da minha confraria, ou confrades da minha *Ordem*.

Peço vénia, entretanto, para considerar outra conseqüência do advento desta *era das grandes técnicas* e da ascensão do Engenheiro aos estratos superiores da sociedade.

Refiro-me à sua intervenção crescente na direcção dos grupos sociais e no próprio govêrno dos Estados.

A realidade do *facto* parece-me incontestável, porque a simples observação a prova. Basta um breve passar de olhos pelos róis de dirigentes das grandes emprêsas industriais ou pelos quadros das administrações públicas, das autarquias locais, da Câmara Corporativa, da Assembleia Nacional, e do próprio Govêrno da Nação, para a reconhecer.

Mas o «porquê» dêste curioso fenómeno social merece que apliquemos a descobri-lo mais alguns instantes.

Repetindo palavras que já algures escrevi, lembrarei que, até há poucas décadas, a estrutura social das nações civilizadas apoiava-se na concepção abstracta do *Direito*; era mantida pela *Lei*, colocada acima de tôdas as vontades individuais e dominando-as. À *Lei* se submetiam os simples cidadãos, os governantes e os próprios soberanos absolutos. A religião do *Direito* — se nos é lícito expressarmo-nos dêste modo —, substituíu, no século do liberalismo e do individualismo, a religião de *Deus*, que dominara as consciências nos séculos anteriores desde o triunfo definitivo do Cristianismo. À proeminência do sacerdote, nos séculos passados, sucedeu assim no século XIX a proeminência do jurista, sacerdote da nova religião.

Mas a civilização industrial, desenvolvida nos últimos quartéis do século passado e que atingiu o apogeu depois da passada guerra, materializou, por assim dizer, os vínculos que ligam os homens entre si, na sociedade moderna.

Não digo que os antigos vínculos da Religião e do Direito se tenham desatado completamente; mas afirmo, — porque o facto é evidente —, que se fôsse possível ao homem moderno desprender-se das cadeias da *Fé* e da *Lei* êle encontrar-se-ia ainda agrilhoado à *Máquina* e, portanto, à *Técnica*; melhor direi a tôdas as Técnicas que servem a civilização hiper-materialista e hiper-mecanizada do nosso tempo.

Recuso-me, por um acto de fé e por um imperativo da razão, a admitir o desaparecimento total dos vínculos espirituais da sociedade; verifico mesmo, com íntima satisfação, o seu rejuvenescimento; mas tenho de admitir, — porque o vejo e sinto —, que na civilização actual as preocupações do homem se concentram, com intensidade progressiva, na utilização da matéria e das fontes de energia física.

As sociedades modernas reorganizam-se para a produção e para a disputa violenta dos meios de produção; a guerra actual é a

sua demonstração concludente. Os valores morais passam a segundos planos, ou utilizam-se, sòmente, como «activantes» da energia potencial da máquina humana; as inteligências passam a valer, sobretudo, pelo seu poder de invenção, de organização e de direcção das fôrças materiais. Por isso, — e para isso —, se multiplicam em todo o mundo as escolas técnicas, os laboratórios e as fábricas. As próprias *Beleza* e *Arte* mecanizaram-se e os artistas converteram-se em serventuários da máquina. O músico compõe e toca para o disco fonográfico e para a rádio; o pintor desenha e pinta para a máquina fotográfica; o actor e o poeta só declamam para o microfone; e o próprio homem político, o condutor de povos, deixou de arrebatar os auditórios juntando à vibração comovida da voz, o jogo expressivo da fisionomia e a elegância do gesto, mas lança, mecânicamente, as suas orações pelas antenas da T. S. F. Dos Demóstenes modernos já não pode dizer-se o que um dos seus admiradores dizia do antigo: — que não bastava ouvi-lo, mas era necessário vê-lo, para sentir tôda a sua fôrça de persuasão.

Compreendemos, agora, como numa sociedade assim dominada pela *Técnica,* o comando dos homens-máquinas deva pertencer aos Técnicos!

Não quero, porém, afirmar que tôdas estas razões sejam de igual valor; antes me parece que a maior delas consiste na aptidão de *organizar e dirigir* grandes massas de homens e de recursos materiais para realizar um fim comum — de economia ou de guerra, de construção ou destruïção! Eu sei que o engenheiro partilha desta aptidão com o chefe militar, e é natural que assim seja, porque a própria *arte da guerra* já nos aparece dominada pela *Técnica.* É a guerra das Máquinas!

Sai o engenheiro da escola, inicia a carreira profissional e logo os primeiros passos o põem em contacto com grupos humanos, instrumentos de trabalho e materiais que êle há-de ordenar e dirigir e aplicar segundo planos que outros estabeleceram ou que êle próprio estabelecerá. ¿E o que é isto, senão ingressar numa *organização* ou criá-la, por ser êsse o ambiente próprio da sua actividade?

Vejâmo-lo, agora, na progressão da sua carreira.

Quanto maior e mais complexa fôr a emprêsa em que se meteu, ou mais ela fôr crescendo, maior e mais heterogénia será a massa de homens, a variedade dos instrumentos, a diversidade dos materiais e a multiplicidade das operações a que há-de aplicar as suas qualidades de organizador e de dirigente. A selecção impiedosa, que a concorrência impõe, levará então aos mais elevados graus os melhores e mais enérgicos organizadores e eliminará os outros.

Reparem, agora, V. Ex.as que o Estado moderno — quer seja democrático ou autoritário, liberal ou corporativo, particularista ou socialista — tende, pela fôrça incoercível de expansão das técnicas e das reivindicações sociais, a converter-se progressivamente em grande emprêsa de produção. A *arte de governar* é levada pelas mesmas fôrças, a converter-se em *arte de organizar.* A actividade dos dirigentes — seja qual fôr o Estado moderno que observarmos — consome-se, hoje, em grande parte, no trabalho de organizar os grupos humanos para fins de actuação em conjunto, em vista de alcançar objectivos superiores, definidos pelo Estado, em nome dos interêsses da Nação.

Ora, a arte de organizar os grupos humanos para os fins de *actuação em massa* constitue domínio próprio dos técnicos superiores. A ciência da *Organização* dá, portanto, a quem a possue em alto grau, especial competência para intervir no govêrno das sociedades.

Esta é a minha tese!

8. — É agora o momento de abordar o ponto capital e remate das minhas — infelizmente! — já muito longas considerações.

— ¿Como prepara o Instituto Superior Técnico os seus alunos para aquela dupla função do Engenheiro: — a de professor de Artes e Ciências Técnicas e de dirigente social?

Pois que não criamos *ab-ovo* nem estas Artes e Ciências, nem os métodos de as ensinar, tenho de declarar — antes de res-

ponder — quais influências recebemos e de quem e como as vamos adaptando à mentalidade portuguesa e às solicitações do ambiente social em que operamos.

E dito isto, permita-me V. Ex.ª recordar que foi na Inglaterra e na França que, se operou, — quási simultâneamente, porém segundo linhas não paralelas — a evolução que fêz passar os antigos mestres de ofícios mecânicos a *engenheiros* da categoria superior, actual, cuja definição tentei enunciar.

Estas duas linhas de evolução ainda hoje marcam, bem vincadamente, os dois tipos de formação: — o inglês e o francês. E ninguém o estranhará, porque correspondem às mentalidades de dois grupos étnicos inconfundíveis: o *nórdico* e o *mediterraneano* ou *latino!*

Vou tentar descrevê-los em breve escôrço.

Na Inglaterra, a feliz circunstância — tantas vezes evocada — de se encontrarem nas mesmas regiões as duas matérias primas essenciais das indústrias modernas — o ferro e o carvão — facilitou, desde remotas épocas, o aproveitamento das qualidades inatas de intuïção mecânica, destreza manual e engenho dos seus habitantes. A ela deve a Inglaterra o quási-monopólio, que deteve, até mais de metade do século XIX, de fornecer as melhores máquinas às indústrias incipientes da Europa e do resto do mundo. A Inglaterra é a Pátria das Máquinas!

Mas é, igualmente, um facto histórico bem conhecido que o domínio dos mares depois de Trafalgar e a expansão dos estabelecimentos inglêses na África, na Ásia e na América, porque fizeram convergir as matérias primas de todo o mundo, nas ilhas britânicas, criaram nestas as condições óptimas de prosperidade industrial.

A Inglaterra é, também, a Pátria das Grandes Indústrias!

Repare-se, entretanto, que nem as máquinas nem as grandes indústrias nasceram, neste país, de clarões fulgurantes de génios singulares. Criaram-nas, lentamente, os seus oficiais mecânicos e mestres de ofícios, à fôrça de intuïção mecânica, de acumulação de regras empíricas, de pacientes experiências incessantemente renovadas e corrigidas.

Em breve reconheceram, porém, os mais hábeis e cultos dêstes inventores e experimentadores, que muito necessitavam, para os seus propósitos interesseiros, de certos conhecimentos de ordem superior, que eram apanágio de raros e, por vezes, geniais investigadores desinteressados de altas ciências — matemáticos, físicos, químicos — que formavam entre as classes superiores da nação uma classe àparte. Verificou-se, então, para glória da Inglaterra e louvor do seu senso prático, uma espécie de osmose social, que, pondo em contacto cientistas e mecânicos, permitiu que muitos dêstes — sem deixarem de ser *mecânicos* — subissem à categoria de sábios. Assim apareceram os Wats, os Murdocs, os Grahams, os Trevithicks, os Stephensons, os Brunels e outros numerosos e mais modernos, porque a série, felizmente, é ilimitada.

Contudo, a tradição original manteve-se e podemos continuar afirmando que o engenheiro inglês moderno — o *gentleman Engineer* — é um *mecânico,* um trabalhador manual, esclarecido pela ciência, mas que se recusa, por instinto, a aplicar às realidades materiais do seu mester as conclusões das ciências puras, antes da *Experiência* — iluminada por vigoroso senso prático — lhes ter apôsto o *exequator!* Não lhe convêm nem as abstracções matemáticas nem as generalizações ousadas!

O outro tipo — o francês — também vincado pela linha de evolução que o produziu — revela-se, sobretudo, como homem de ciência. É o *politécnico* brilhante, o diplomado superior, orgulhoso do seu título, que se compraz nas abstracções matemáticas e põe, nas conclusões desta ciência, confiança ilimitada. As fórmulas bem deduzidas, embora partam de hipóteses irreais ou de puras abstracções, têm para êle o valor de realidades incontestáveis, absolutas! A experiência e a intuïção tolera-as, apenas, como formas grosseiras de *saber* e o estudo dos pormenores, como tarefa indigna da sua sapiência. As ciências fundamentais da Técnica devem-lhe, porém, inapreciáveis progressos! É a sua glória! Mas outros, em regra, os utilizam e exploram. O seu desinterêsse é proverbial! Merece admiração e

respeito! A Técnica portuguesa muito lhe deve.

Esclarecerei, entretanto, — para adoçar algum traço demasiado vigoroso dêste esbôço — que pretendi representar sòmente o tipo clássico — que tende a modificar-se — do engenheiro formado na *École Nationale des Ponts et Chaussées.*

Ao método francês clássico, aderimos em Portugal, quando se criou a Escola Politécnica e se instituiram os cursos de engenheiros militares e civis na Escola do Exército.

Contribuiram para a escolha três razões principais: o prestígio sempre vivo em Portugal da cultura francesa, a difusão da respectiva língua e as próprias tendências do espírito nacional, que nos leva a preferir o mais brilhante ao mais sólido!

Também contribuiram outras causas: — primeira, a pobreza dos recursos financeiros, porque é mais barato fundar uma escola de ensino catedrático, do que instalar e manter laboratórios e oficinas; segunda, a influência de alguns ilustres engenheiros portugueses, que foram alunos distintíssimos de *École des Ponts et Chaussées* e em Portugal conquistaram justificada fama nos Serviços de Obras Públicas e Minas, e no ensino superior técnico: Xavier Cordeiro, Adolfo Loureiro, Ressano Garcia, Freire de Andrade, Rêgo Lima, Raúl de Mendonça e muitos outros.

Aos engenheiros dêste tipo de formação se deve quási tudo o que, no campo da Técnica e no ensino da engenharia, se fêz em Portugal, até há poucas décadas. Eduardo Vilaça, Ferrugento Gonçalves, Santos Viegas, Raúl de Mendonça, Francisco Maria Henriques, Valério Vilaça, foram dos mais ilustres professores dêste Instituto!

9. — Estes dois tipos de engenheiros de formação clássica, que pretendi descrever — o inglês e o francês — têm perdido pouco a pouco alguns dos carácteres que mais vincadamente os distinguiam, e embora cada um dêles conserve as qualidades peculiares do seu grupo étnico, tendem a fundir-se num tipo único que é o do engenheiro ideal, cuja definição há pouco dei.

Contribuiram para o facto diversas circunstâncias, tais como: — complexidade crescente das técnicas, cada vez mais ligadas aos progressos científicos; a colaboração entre os técnicos e cientistas da mesma especialidade estabelecida por meio de congressos e conferências internacionais; e, sobretudo, a influência da técnica alemã, — depois de 1870 — que pôs em graves riscos a supremacia industrial da Inglaterra e o prestígio da ciência francesa.

Fenómeno curioso êste — do desenvolvimento da técnica alemã—que em menos de três quartos de século, pela sua organização e resultados se impôs a todo o mundo civilizado. E digo curioso, porque se houvessemos de só considerar as predilecções metafísicas da cultura alemã, teríamos de declarar impossível a associação íntima da investigação experimental e, mesmo, do realismo grosseiro e cubiçoso, com as transcendências da abstracção metafísica. Todavia a associação operou-se e com os mais fecundos resultados. Nenhuma nação civilizada a pode contestar; antes, tôdas — incluindo a mais exclusivista delas, a América do Norte — a admiram e procuram alcançar.

Naquela *associação,* isto é, no valor atribuído à experiência — no laboratório e na oficina — a par da ciência pura, como processo de criar e aperfeiçoar as técnicas, reside a essência do *método* de formação do engenheiro moderno.

Portugal aceitou a lição e começou a aplicá-la em 1911, quando fundou o *Instituto Superior Técnico.*

Senhor Presidente!

10. — A exposição que V. Ex.ª nos quis dar a honra de inaugurar, patenteará, melhor do que as minhas tôscas explicações, em que consiste e como se aplicam nesta Escola os novos métodos de formação de engenheiros.

Dos resultados, falam eloqüentemente, as obras executadas, em todo o País, pelos nossos antigos alunos, o número sempre crescente de engenheiros I. S. T., que se encontram nas mais variadas indústrias e

serviços públicos e a presença de alguns dêles — e dos mais ilustres — nos altos cargos do Estado.

Mas, por detrás do que se vê está o que se não vê, a alma das coisas — *anima rerum* — como se dissessemos a razão oculta da sua existência e a finalidade antevista da sua criação.

Como delegado da Direcção do Instituto para falar nesta sessão solene, tenho o dever de as desvendar, para que V. Ex.as as considerem e julguem.

Com fastidiosa insistência tenho falado em «*formação de engenheiros*» quando — parece — deveria dizer «*ensino de Engenharia*».

A insistência foi propositada! — Nesta Escola há *ensino* porque se professam ciências técnicas e há *educação* porque se procura criar *espírito técnico,* produto, simultâneamente, da vocação inata dos candidatos e de hábitos profissionais adquiridos.

Em rigor, só com *Ciência,* sem educação, podem criar-se *diplomados,* doutores ou simples pedantes, engenheiros de secretaria ou de balcão; não se *formam,* porém, os técnicos superiores, que as obras públicas, as indústrias e a colonização reclamam.

Qualquer escola clássica em que tenham cátedra eminentes homens de ciência, pode, na verdade, ensinar — tão bem como neste Instituto — as ciências matemáticas e físico-químicas, ou quaisquer outras, incluindo as que mais se aplicam na arte do Engenheiro; mas só uma escola, em que reine o *espírito técnico* formará o perfeito engenheiro. Ora, os exemplos estranhos e a própria experiência, guiada pela Razão, dizem-nos que *três* qualidades essenciais devemos desenvolver nos alunos que aspiram a mais alguma coisa do que a tirar o diploma. São elas:

o espírito de observação e análise;
a imaginação;
a destreza manual.

Êste desenvolvimento requere, a par dos estudos teóricos, aplicação constante aos trabalhos:

— de *laboratório* (física, química, resistência de materiais, mecânica, electro-técnia, hidráulica e outros);

— de *salas de estudo,* para resolverem problemas *técnicos* das respectivas especialidades;

— de *oficinas* — sobretudo de carpintaria, de ferraria, de modelação.

Entretanto estes meios não bastam, ainda, para formar o espírito técnico. É indispensável que desde os primeiros anos do curso, o aluno viva, por assim dizer, num ambiente em que todos os problemas da sua e de outras especialidades, sejam considerados, discutidos, exemplificados, para que o seu campo de visão intelectual se alargue e para que a especialização demasiado concentrada não lhe embote as faculdades preciosas de análise e de crítica. Servem para estes fins — apar de certas cadeiras comuns — as outras instituïções que na Escola se destinam a desenvolver o espírito de iniciativa, os sentimentos de solidariedade e o gôsto dos exercícios corporais.

Senhor Presidente!

Embora mal pareçam estas palavras na bôca de um professor do Instituto, acrescentarei que é preciso, também, que os Professores — sobretudo os das cadeiras de especialidades — realmente professem as técnicas que ensinam. Quero eu declarar que não devem de ser êles professores catedráticos ou assistentes, *só* por terem um diploma e estudarem em livros e revistas, determinado ramo de conhecimentos; mas porque tenham, por si próprios, adquirido experiência profissional e possam dizer: Eu vi! Eu fiz!

Mesmo aos professores das cadeiras de preparatórios ou de cultura geral não pode ficar estranha esta preocupação de formar o *espírito técnico* dos alunos, porque pelas suas mãos passam — ainda frescos dos estudos liceais — os que vêm experimentar nesta Escola, a realidade das suas vocações, e dos

presumíveis talentos de construtores. A experiência tem de ser inicial e contínua.

Com esta orientação, posso afirmá-lo, se tem recrutado os professores dêste Instituto e de todos — com a única excepção aqui presente — V. Ex.ª terá ouvido dizer que bem cumpriram!

Senhor Presidente!

11. — Vou concluir; mas não quero fazer a V. Ex.ª a minha respeitosa vénia de agradecimento e despedida sem evocar a memória dos dois Homens eminentes a quem o Instituto Superior Técnico deve perdurável gratidão e homenagem. E creio que melhor ensejo não encontraria para fazê-lo, do que nesta sessão solene, a primeira que no Instituto se realiza sob a alta presidência de Quem, por tão ínclitas virtudes de cidadão e nobres qualidades de Chefe Supremo, lhe confere o brilho e valor adequados à grandeza dos Homenageados.

Refiro-me ao Dr. *Manuel de Brito Camacho* — o clarividente homem de Estado que criou, em 1911, o Instituto; e ao Dr. *Alfredo Bensaúde* — o nosso primeiro Director — a quem se devem a organização, os princípios e os métodos pedagógicos que deram a esta Escola a sua reputação actual de grande centro de formação de engenheiros portugueses.

Ao Dr. Brito Camacho pertence, sem contestação, a glória de ter compreendido quão antiqüados e impróprios já eram, em 1911, os métodos de formação dos nossos engenheiros e de não ter hesitado — êle, um médico e jornalista — em decretar a reforma em que, pela primeira vez, se reconheceu em Portugal a necessidade de haver múltiplas especialidades de engenharia e de substituir os métodos clássicos de formação de engenheiros, por outros de tipo diferente e mais modernos.

Eu acrescentarei, contudo, que maior glória lhe advém de ter sabido escolher, e de ter apoiado com lúcida coragem, o Homem próprio para delinear e executar a reorganização necessária. Êste homem — como já tive a honra de dizer — foi o Dr. *Alfredo Bensaúde,* grande sábio, culto humanista, professor, pedagogo e organizador esclarecido, enérgico e bondoso.

Não tenho que fazer a história do Instituto Superior Técnico, porque a deixou escrita o seu primeiro Director em trabalho notabilíssimo que todos conhecem. Só teria que acrescentar outros nomes ilustres de antigos alunos à lista, já longa, que o Dr. Bensaúde reüniu no fim do seu livro. Mais do que vãos discursos, êles provam a profunda influência do I. S. T. na vida económica e social da Nação.

Mas, Senhor Presidente! já temos, infelizmente, de abrir, na pequena galeria dos nossos falecidos beneméritos, lugar para um terceiro, bem ilustre e desditoso: — o Engenheiro *Duarte Pacheco.*

Antigo e laureado aluno do I. S. T.; seu professor eminente, director activo, inteligente e entusiasta, a êle deve o Instituto a construção do edifício em que nos encontramos e onde, depois de longo esperar, finalmente se criou o ambiente propício para aquela acção educadora de que há pouco falei.

Noutro lugar, noutro momento, outra voz mais autorizada e eloqüente do que a minha, fará, sem dúvida, o merecido elogio da notável figura moral de Duarte Pacheco, engenheiro, professor, administrador e homem de Estado.

Da sua obra como Ministro das Obras Públicas, V. Ex.ª, melhor do que qualquer de nós, pode avaliar a grandeza, o valor e o enorme alcance social.

Só dêstes edifícios — a sua primeira e mais querida obra — quero dizer algumas palavras. O lugar, a solenidade e o motivo desta reünião as justificam.

Foi arrojada — considerando o tempo e o ambiente social em que se efectuou — a organização do I. S. T.; mas semelhante organização — pode dizer-se — só viveu nos primeiros quinze ou vinte anos pelo espírito que a animava, pela ascendência que sôbre alunos e professores exercia o Dr. Bensaúde.

O corpo material, o edifício, era menos do que mesquinha cela para tão vastas ambições; nem instrumentos de trabalho, nem espaço, nem confôrto, nem ambiente

pripício com que pudessem vingar e florescer as generosas intenções dos fundadores.

Todavia, na hora própria surgiu como director, eleito pelo Conselho Escolar, o Professor Duarte Pacheco, cujos grandes merecimentos os seus pares reconheceram. O seu entusiasmo e a sua mocidade conquistaram-lhe, também, para os seus altos projectos, a adesão sempre ponderada e clarividente do Ministro das Finanças, Dr. Oliveira Salazar. Com êste forte apoio e a colaboração do já famoso arquitecto português e, hoje, ilustre professor do I. S. T., o Sr. Pardal Monteiro, o engenheiro Duarte Pacheco, — que era electro-técnico pelo diploma, mas grande construtor por vocação — fêz delinear o plano das novas instalações do Instituto, concebido com a largueza de vistas e a previsão do futuro que são apanágio dos verdadeiros homens de Estado. E começou então a surgir nesta colina da cidade, o conjunto grandioso dos pavilhões do Instituto Superior Técnico.

Alguns consideraram o plano excessivo, porque julgando-o irreflectidamente, só pelas aparências e com a bitola da mesquinhez reinante, esqueceram-se de preguntar se nestes pavilhões podiam caber tôdas as aulas, tôdas as salas de desenho, todos os museus, oficinas e laboratórios necessários. Se o tivessem inquerido declarariam sem dúvida — como eu tenho o dever de declarar — que as novas instalações chegavam apenas para o que há 10 ou 15 anos se reputava necessário, mas que já não bastam para o que o ensino de algumas técnicas especiais hoje reclama.

Senhor Presidente!

Meus Senhores!

O Instituto Superior Técnico lembra, com amargura, a perda do homem ilustre que foi seu Director, mas orgulhando-se de o ter contado entre os seus grandes criadores, espera honrar-lhe a memória trabalhando no engrandecimento da Instituïção a que êle consagrou alguns anos da sua vida e todo o seu juvenil entusiasmo.

O modesto orador desta solenidade curvando-se, em respeitosa homenagem à memória dos três grandes mortos, cujos nomes teve a honra de evocar, e a quem o Instituto Superior Técnico tanto deve, tem a certeza de que V. Ex.ª Senhor Presidente e as pessoas ilustres que o acompanham e nos honraram com a sua comparência — vão ter ensejo de verificar que a lição que dêles recebemos, é seguida!

Tenho dito.

Acção do cloreto de cálcio sôbre a prêsa e o endurecimento das argamassas do cimento Portland

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL (I. S. T.) ANTÓNIO TEIXEIRA LOPES

O modo como actua o cloreto de cálcio sôbre a prêsa do cimento Portland e a influência que exerce no endurecimento das argamassas confeccionadas com o mesmo cimento é assunto suficientemente conhecido dos técnicos que o fabricam. Mas se o conhecimento da acção dêste sal sôbre o cimento Portland interessa aos fabricantes de cimento, êle interessa ou pode interessar ainda mais aos técnicos da construção que em determinados casos dêle poderão lançar mão para resolver certos problemas que se lhes podem deparar no decorrer da sua vida prática.

Por assim ser, pensamos que seria de utilidade tratar êste assunto na «Técnica» e por isso nos dispusemos a alinhavar as linhas que se seguem, apresentando os resultados a que chegámos em alguns ensaios a que procedemos e servindo-nos também de trabalhos publicados por outros autores. (1)

Características do cimento empregado nos ensaios (2)

I — *Composição química*

Perda ao fogo	0.81 %
Resíduo insolúvel . . .	0.51 »
SiO^2	21.41 %
Al^2O^3	7.27 »
Fe^2O^3	3.75 »
Ca O	62.58 »
Mg O	1.45 »
SO^3	1.81 »
Não doseados e perdas.	0.41 »

II — *Propriedades físicas*

Pêso específico	3.171
Baridade	1.085 gramas
Resíduo no peneiro de 4.900 malhas por cm^2	12.0 %
Resíduo no peneiro de 900 malhas por cm^2	0.6 %
Ensaio de Le Chatelier (a quente) — Abertura . .	1 mm.

III — *Água absorvida*

Na pasta pura de consistência normal	25,5 %
Na argamassa	7,4 %

IV — *Prêsas*

	Prêsa ao ar	Prêsa em água doce
Princípio . . .	$3^h\ 00^m$	$3^h\ 30^m$
Fim	$3^h\ 35^m$	$4^h\ 50^m$

(1) Kleinlogel — «Einflüsse auf Beton»
M. Thuilleaux — «Revue des Matériaux de Construction et de Travaux Publics», 1938 e 1939.

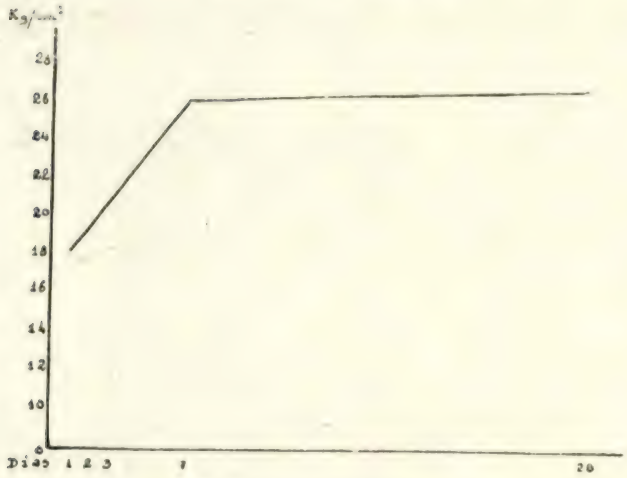
(2) *a*) A acção do cloreto de cálcio é diferente consoante a natureza do cimento sôbre que actua. O cimento utilizado nos ensaios foi um cimento Portland normal.

b) Os ensaios foram efectuados de acôrdo com o «Caderno de Encargos para fornecimento e recepção de cimento Portland normal» (Decreto n.º 18:782).

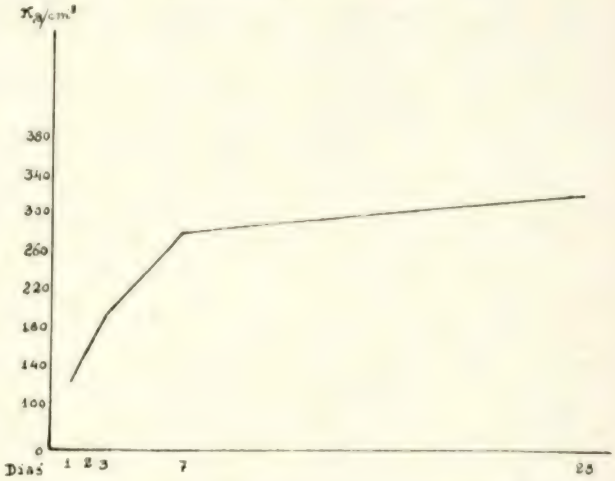
V — *Resistências em argamassa 1:3*

(Provetes conservados 24ʰ no ar úmido e após 24ʰ em água doce).

Resistência à tracção



Resistência à compressão

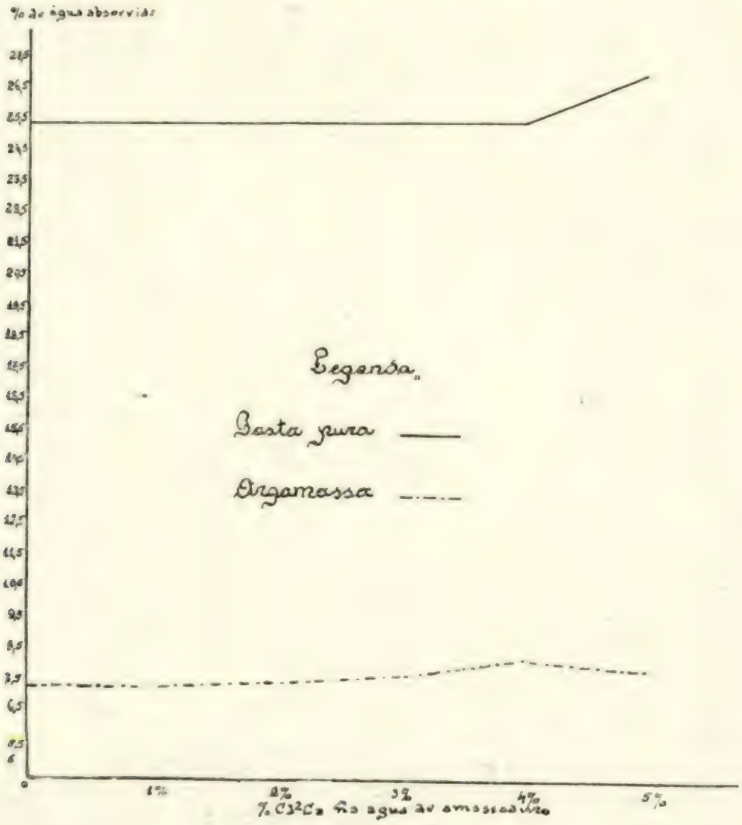


Ensaios efectuados com adição de Cl^2Ca

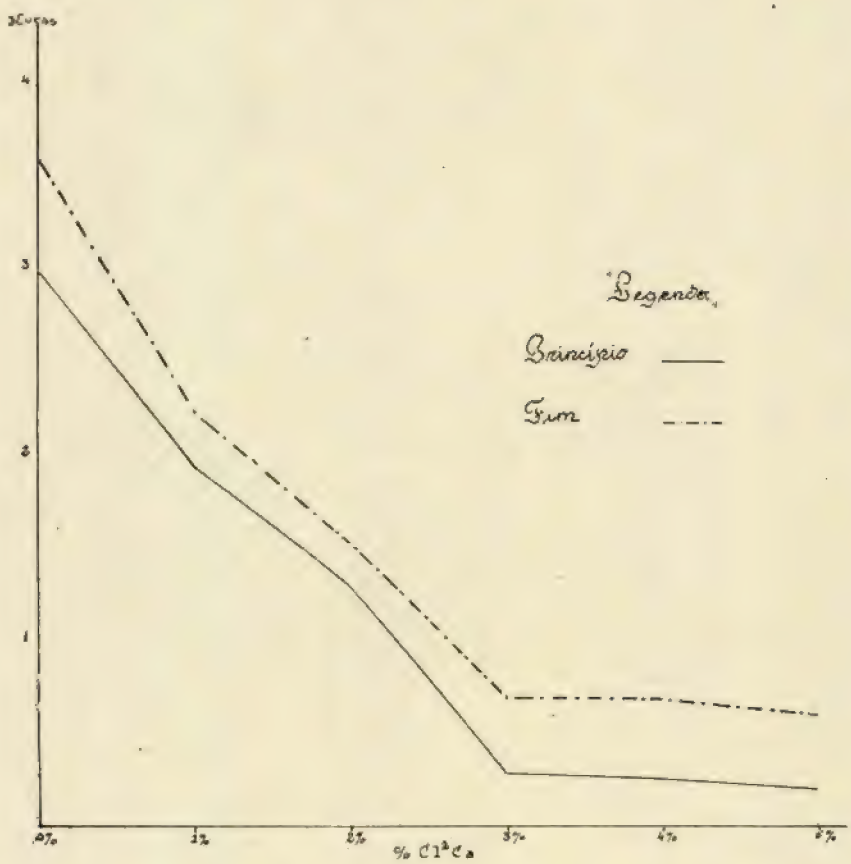
Fizemos uma série de ensaios adicionando o cloreto de cálcio na água da amassadura nas percentagens de 1 % — 2 % — 3 % — 4 % e 5 % em relação ao cimento.

Resultados comparativos:

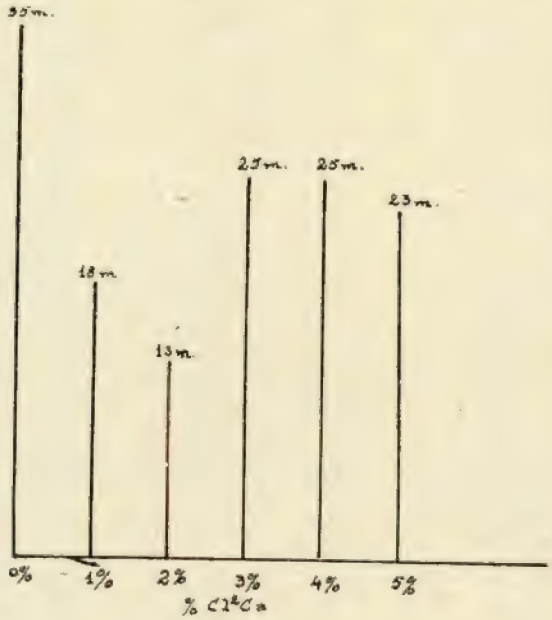
A) *Água absorvida*



B) *Prêsa ao ar:* [1]



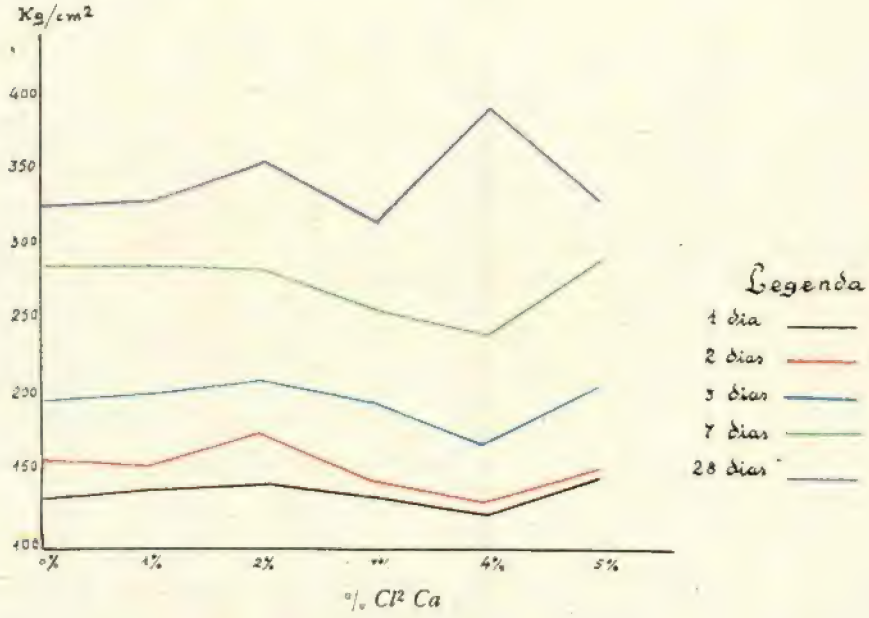
C) *Espaço de tempo entre o principio e o fim das prêsas:*



[1] Com as adições de 4 % e 5 % de Cl^2Ca o cimento apresentou o fenómeno da «prêsa aparente». Prêsa aparente, vide «O Cimento Portland», Teixeira Lopes — Lisboa, 1942.

D) *Resistências à tracção:*

E) *Resistências à compressão:*



CONCLUSÕES

Pela observação dos gráficos apresentados chega-se às seguintes conclusões gerais:

1) Que a quantidade de água absorvida para obtenção da pasta de consistência normal se manteve constante até à percentagem de 4 % de Cl^2Ca, aumentando de 6 % para a percentagem de 5 % de Cl^2Ca.

2) Que a quantidade de água absorvida na argamassa aumentou ligeiramente a partir da percentagem de 1 % de Cl^2Ca, passando por um máximo (8,3 %) correspondente à percentagem de 4 % de Cl^2Ca e baixando a seguir (8,1%) para a percentagem de 5 % de Cl^2Ca.

3) Que à temperatura a que foram efectuados os ensaios, o cloreto de cálcio adicionado à água de amassadura nas percentagens de 1 % — 2 % — 3 % — 4 % e 5 % em relação ao pêso do cimento, actuou sempre como acelerador da prêsa do mesmo.

4) Que os espaços de tempo entre o princípio e o fim da prêsa foram diminuídos com a adição de Cl^2Ca apresentando um valor mínimo para a percentagem de 2 % de Cl^2Ca.

5) Que as resistências à tracção ao fim de dois dias foram inferiores às obtidas ao fim de 24 horas com as percentagens de 1 % — 3 % e 4 % de Cl^2Ca.

6) Que as resistências à tracção até aos 7 dias foram tôdas inferiores às obtidas sem adição de cloreto de cálcio, com excepção da resistência obtida após 24 horas com a percentagem de 2 % de Cl^2Ca e a obtida aos 7 dias com a percentagem de 5 % Cl^2Ca.

7) Que as resistências à tracção aos 28 dias foram tôdas superiores às obtidas sem adição de cloreto de cálcio excepto a obtida com a adição de 4 %, que foi um pouco inferior.

8) Que as resistências à compressão até aos 7 dias se mantiveram aproximadamente as mesmas das obtidas sem adição de cloreto de cálcio, para as percentagens de 1 % — 2 % e 5 %, verificando-se menores resistências para as percentagens de 3 % e 4 %.

9) Que as resistências à compressão aos 28 dias foram superiores às obtidas sem adição de cloreto de cálcio, excepto para a percentagem de 3 % em que se verificou uma resistência ligeiramente menor e para a percentagem de 5 % em que se verificou uma resistência igual.

Outros experimentadores que fizeram ensaios de betões que foram confeccionados com adições de cloreto de cálcio (2 a 4 %) à água de amassadura chegaram à conclusão de que essas adições eram benéficas para as resistências dos betões. Foi também verificado que as armaduras não eram atacadas.

O inconveniente que apresentam as adições de Cl^2Ca é originarem maiores contracções do cimento, particularmente das pastas puras e sobretudo nas primeiras 24 horas. Com o tempo essas contracções não aumentam e aproximam-se mesmo das contracções observadas nos provetes confeccionados sem adição de cloreto de cálcio à água de amassadura. Nas argamassas e betões as contracções são muito menores e na opinião de M. Thuilleaux [1] não são de molde a condenar o emprêgo do cloreto de cálcio na água de amassadura.

De tudo o que fica dito resulta que o cloreto de cálcio poderá ser aplicado na água de amassadura sempre que haja necessidade de executar trabalhos em que se precise obter uma prêsa mais rápida do cimento.

Para terminar, devemos ainda dizer que cloreto de cálcio é também empregado nos casos em que é necessário fazer trabalhos a temperaturas abaixo de 0° C.

---

[1] «Revue des Matériaux de Construction et de Travaux Publics», Fevereiro 1939.

Cálculos para um ante-projecto de uma salina da Companhia Nacional de Álcalis

(Rio de Janeiro)

PELO ENG.º CIVIL F. de A. G. MENASCAL

Estes cálculos serviram de base para o projecto de execução de uma salina em construção em Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro, a qual produzirá 100.000 ton. anuais de sal.

Êste será destinado ao fabrico de carbonato de sódio, pelo processo Solvay.

O Sr. Eng.º F. Menascal, chefe do Departamento Técnico do Instituto Nacional de Sal, do Brasil, que é a maior autoridade neste país sôbre a indústria do sal a partir da água do mar, teve a amabilidade de nos fornecer os dados que vão abaixo, os quais são de uma alta importância sob o ponto de vista técnico.

1. — As condições médias atmosféricas na região de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro, foram em 10 anos (1931-40), as seguintes:

	Dias	Altura
Chuvas.....	111	822,2 mm
Evaporação.....	254	873,6 mm

2. — Se dividirmos a altura total de evaporação, pelo número de dias de insolação, encontraremos a média diária de 3,4 mm.

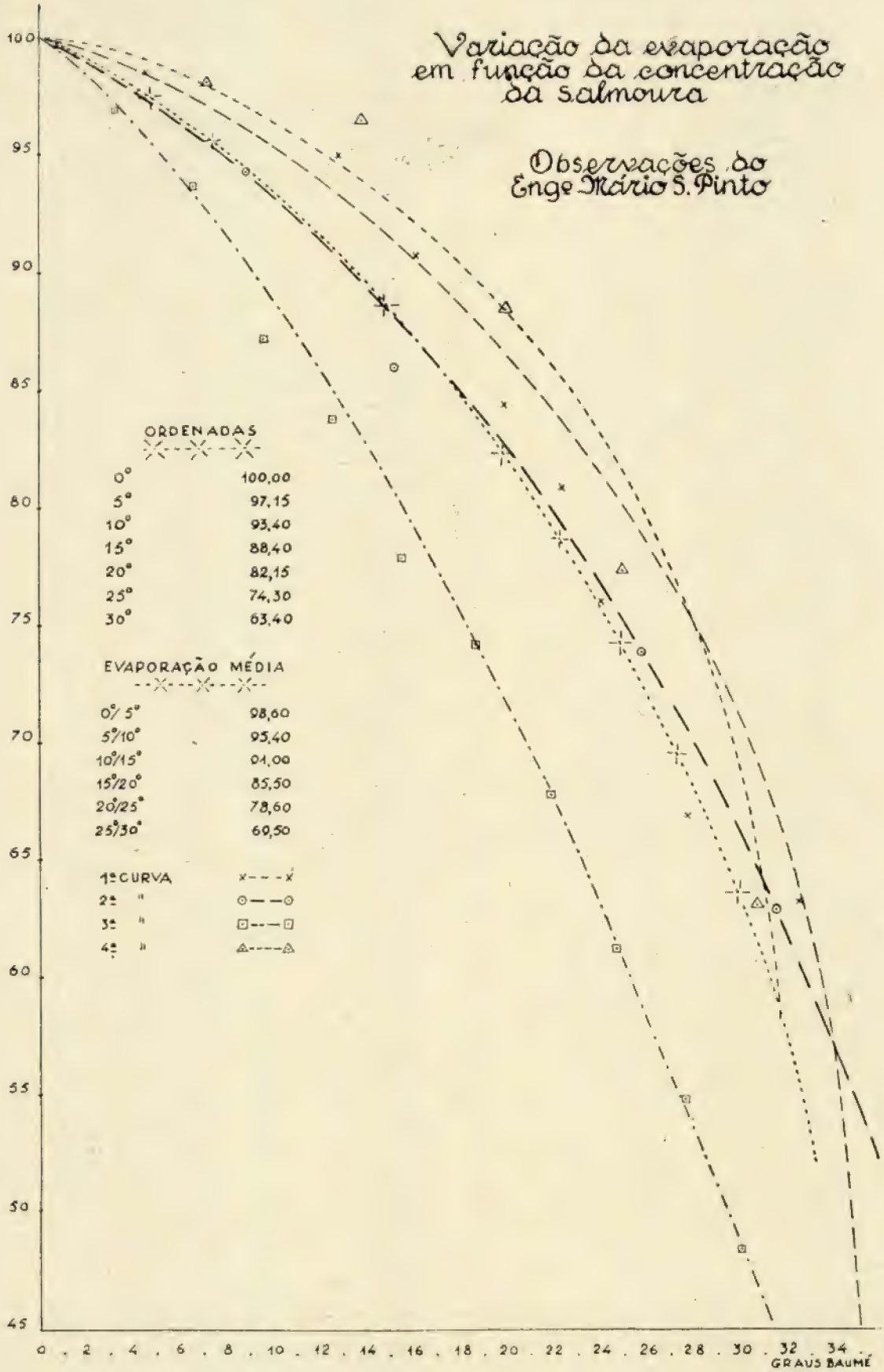
3. — Entretanto, para maior garantia, tomaremos apenas 200 dias de evaporação e uma altura média diária de 3 mm, o que representa uma evaporação total anual, de 600 mm, contra 873,6 mm das condições médias.

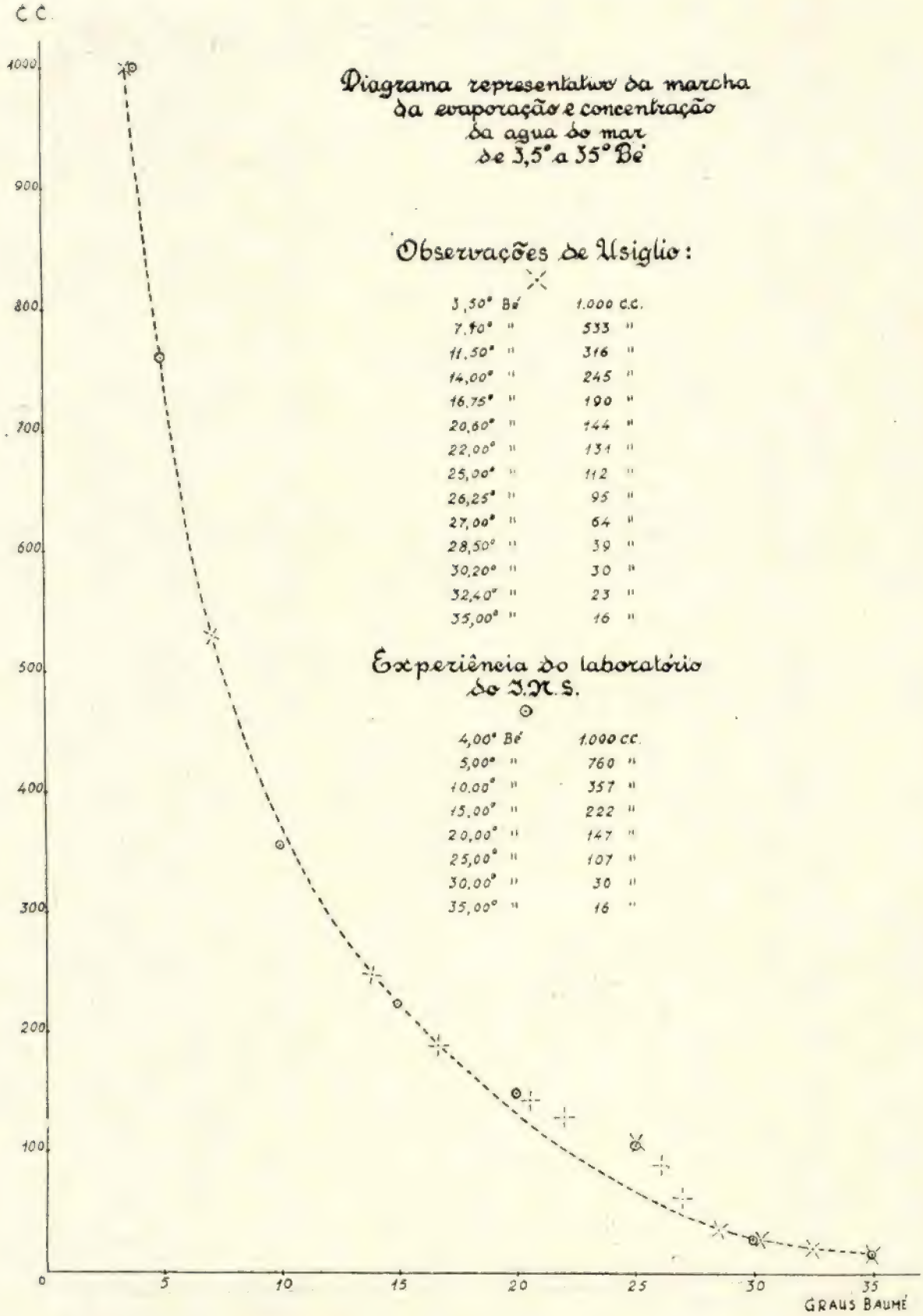
4. — Introduziremos, assim, preliminarmente, uma margem de segurança de *31,5%* sôbre as condições normais locais.

5. — Segundo experiências do eng.º Mário da Silva Pinto, Director do Laboratório de Produção Mineral, a evaporação das soluções salinas sofre considerável redução em função de sua concentrção progressiva, devido ao aumento de tensão superficial e variação do calor específico.

6. — Estas experiências, sob a forma de gráfico, aparecem no quadro que acompanha o presente. Dividindo-se o processo de salinação em 5 fases, a evaporação média para cada intervalo, referida às nossas condições, expressa-se da seguinte maneira:

	Evaporação	
	Relativa %	Alt. diárias mm
Agua destilada.....	100,00	3,00
5° a 10° Bé	95,40	2,86
10° a 15° Bé	91,00	2,73
15° a 20° Bé	85,50	2,56
20° a 25° Bé	78,60	2,36
25° a 30° Bé	69,50	2,08


Variação da evaporação em função da concentração da salmoura
Observações do Engº Mário S. Pinto
ORDENADAS
0° 100,00
5° 97,15
10° 93,40
15° 88,40
20° 82,15
25° 74,30
30° 63,40
EVAPORAÇÃO MÉDIA
0°/5° 98,60
5°/10° 95,40
10°/15° 91,00
15°/20° 85,50
20°/25° 78,60
25°/30° 69,50
1ª CURVA
2ª "
3ª "
4ª "
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
0 . 2 . 4 . 6 . 8 . 10 . 12 . 14 . 16 . 18 . 20 . 22 . 24 . 26 . 28 . 30 . 32 . 34 .
GRAUS BAUMÉ


C C.
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
5
10
15
20
25
30
35
GRAUS BAUMÉ
Diagrama representativo da marcha da evaporação e concentração da agua do mar de 3,5° a 35° Bé
Observações de Usiglio:
3,50° Bé 1.000 c.c.
7,40° " 533 "
11,50° " 316 "
14,00° " 245 "
16,75° " 190 "
20,60° " 144 "
22,00° " 131 "
25,00° " 112 "
26,25° " 95 "
27,00° " 64 "
28,50° " 39 "
30,20° " 30 "
32,40° " 23 "
35,00° " 16 "
Experiência do laboratório do I.N.S.
4,00° Bé 1.000 cc.
5,00° " 760 "
10,00° " 357 "
15,00° " 222 "
20,00° " 147 "
25,00° " 107 "
30,00° " 30 "
35,00° " 16 "

7. — Entretanto, deveremos ter em mente, que o depósito de NaCl, entre os intervalos de 25° a 30° Bé, não é uniforme, apresentando-se um máximo nas cercanias de 27°,5 Bé, decrescendo ràpidamente a partir dêsse ponto, além do qual se opera um enriquecimento no teor de sais magnesianos contidos nas «águas mãis» de interposição.

8. — Assim, tratando-se de uma matéria prima extremamente barata e abundante, conviria operar-se o refugo das águas-mãis quando a concentração ultrapassar o limite de 28°,5 Bé, não sòmente diante do seu rápido empobrecimento em NaCl e enriquecimento dos sais magnesianos como principalmente pelo aumento da tensão superficial, com conseqüente retardamento da evaporação.

9. — Desta maneira, a evaporação no intervalo de 25° a 28°,5 Bé seria apenas 71,00 % de evaporação de água destilada, ou sejam para as nossas condições 2,13 mm diários.

10. — Por outro lado, segundo experiências de Ussiglio, confirmadas pelo Laboratório dêste Instituto, 1000 cc de água entre 3°,5 e 4° Bé, reduz-se a 110 cc quando se concentra a 25° Bé, passando a 40 cc quando atinge 28°,5 Bé, entregando nessa última passagem, 20g,807 de NaCl.

11. — Feita a devida proporção, seriam necessários 5^{m3},287 ou aproximadamente 5^{m3},300 de água inicialmente a 25° Bé, para entregar, concentrando-se até 28°,5 Bé, 1 tonelada de sal.

12. — Dividindo-se o processo de salinação em 5 fases, poderemos, de acôrdo com o quadro de Ussiglio que acompanha o presente, organizar o seguinte quadro de volumes nas diferentes fases, correspondentes à obtenção de 1 tonelada de sal, entre as concentrações de 25° e 28°,5 Bé:

Fases	Volume m³		
	Inicial	Final	Evaporado
I — 5°/10°	37,641	17,681	19,960
II — 10°/15°	17,681	10,998	6,683
III — 15°/20°	10,998	7,192	3,806
IV — 20°/25°	7,192	5,300	1,892
V — 25°/28°,5...	5,300	1,930	3,370

13. — Fixados os dados acima, passemos a calcular as áreas necessárias às diferentes fases, para a obtenção de 1 tonelada de sal nas condições previstas.

14. — Adoptaremos a ordem inversa, passando a calcular a área de cristalização, entre os limites de 25° Bé e 28°,5 Bé.

15. — Nessa fase, o volume inicial a 25° Bé é de 5^{m3},300 e o final é de 1^{m3},930, devendo-se realizar uma evaporação de 3^{m3},370.

16 — Se fixarmos em 0^{m},02 a altura H_V de lâmina inicial, a área necessária seria

$$A_V = \frac{5^{m3},300}{0^{m},02} = 265^{m2},00$$

17. — A intensidade média da evaporação nessa fase, é de 2^{mm},08 (item 6).

18. — Assim, o número de dias necessários para que a área A_v evapore o volume de 3^{m3},370 seria:

$$\text{N.° dias} = \frac{3^{m3},370}{265^{m2},00 \times 0^{m},00208} =$$

$$= \frac{3,370}{0,55120} = 6^{dias},113$$

sejam pràticamente 6 dias.

19. — Na fase IV o volume inicialmente a 20° Bé, 7^{m3},192, deverá reduzir-se a 5^{m3},300 quando atingir 25° Bé, perdendo, por conseguinte, 1^{m3},892, volume êsse que deverá ser evaporado no mesmo intervalo de 6 dias, calculado para a fase V, e que

deverá presidir ao ciclo da totalidade da salina.

20. — Como a evaporação média nessa fase é de $2^{mm},36$ por dia, ou $0^{m},01416$ em 6 dias, a área necessária seria:

$$A_{IV} = \frac{1^{m^3},892}{0^{m},01416} = 133^{m^2},62$$

21. — A altura inicial da lâmina, seria pois:

$$H_{IV} = \frac{7^{m^3},192}{133^{m^2},62} = 0^{m},054$$

22. — Na fase III, o volume inicial a 15° Bé seria $10^{m^3},998$ que se reduziria a $7^{m^3},192$ a 20° Bé, perdendo, portanto $3^{m^3},806$, no prazo estabelecido para o ciclo da salina.

23. — Como na fase em aprêço, a evaporação média diária é de $2^{mm},56$, ou $0^{m},01536$, em 6 dias, a área necessária para atendê-la seria:

$$A_{III} = \frac{3^{m^3},806}{0^{m},01536} = 247^{m^2},79$$

24. — A altura inicial de lâmina, seria pois:

$$H_{III} = \frac{10^{m^3},998}{247^{m^2},79} = 0^{m},044$$

25. — Idênticamente, na fase II, o volume de $17^{m^3},681$, inicialmente a 10° Bé, deverá reduzir-se a $10^{m^3},998$, quando a 15° Bé evaporando em 6 dias, $6^{m^3},683$.

26. — Como a evaporação média diária, nessa fase, é de $2^{mm},73$ ou $0^{m},01638$ em 6 dias, a área necessária seria:

$$A_{II} = \frac{6^{m^3},683}{0^{m},01638} = 408^{m^2},00$$

27. — A altura de lâmina inicial seria por conseguinte:

$$H_{II} = \frac{17^{m^3},681}{408^{m^2},00} = 0^{m},043$$

28. — Anàlogamente, na fase I, o volume de $37^{m^3},641$, a 5° Bé, deveria reduzir-se a $17^{m^3},681$ de água a 10° Bé, evaporando em 6 dias, o volume de $19^{m^3},960$.

29. — Como a evaporação média diária nessa fase, é de $2^{mm},86$ ou $0^{m},01716$ em 6 dias, a área necessária seria:

$$A_{I} = \frac{19^{m^3},960}{0^{m},01716} = 1\ 163^{m^2},17$$

30. — A altura inicial de lâmina seria:

$$H_{I} = \frac{37^{m^3},641}{1\ 163^{m^2},17} = 0^{m},033$$

31. — Poderemos, pois, baseados nos resultados anteriores multiplicados por 6 organizar o seguinte quadro, correspondente à área necessária para produção de 1 ton/dia, na região salineira do Estado do Rio de Janeiro:

Fases	Áreas		Alt.
	m²	%	m
I — 5°/10°	6.979,02	52,5	0,033
II — 10°/15°	2.448,00	18,4	0,043
III — 15°/20°	1.486,74	11,2	0,044
IV — 20°/25°	801,72	6,0	0,054
V — 25°/28°,5 ...	1.590,00	11,9	0,020
	13.305,48	100,0	

32. — Para a prática, poderemos tomar a área necessária para a produção de 1 ton dia, como sendo de 15.000,00 m², reforçando, assim, de 12,7 % a margem de segurança, fazendo também o arredondamento das percentagens e alturas, como se segue:

Fases	Áreas		Alt.
	%	m²	m
I — 5°/10°	52,5	7.875,00	0,035
II — 10°/15°	18,5	2.775,00	0,045
III — 15°/20°	11,0	1.650,00	0,045
IV — 20°/25°	6,0	900,00	0,055
V — 25°/28°,5 ...	12,0	1.800,00	0,020
	100,0	15.000,00	

33. — Pelo quadro acima poder-se-á calcular fàcilmente, as salinas da região da Lagoa Araruama, que, na sua generalidade, trabalham com águas iniciais de 5° Bé.

34. — Como no período de salinação fixado pelo Instituto — Setembro a Abril —, tem-se com a mesma margem de segurança, 150 dias de sol, proceder-se-á ao cálculo como se segue, desde que se *opere sempre o armazenamento da salmoura.*

35. — Para uma salina que tivesse 1.000 ton/quota [1], em área deveria ser dimensionada para

$$\frac{1.000}{150} = 6,7 \text{ ton/dia},$$

sejam cêrca de 7 ton/dia.

36. — A área total seria pois, de

$$15.000 \text{ m}^2 \times 7 = 105.000 \text{ m}^2$$

subdivididos pelas diferentes fases, nas proporções fixadas no quadro do item 32.

37. — Assim, bastariam 12.600 m² para fornecerem 1.000 ton. de sal em 8 meses, desde que a salinação se opere com o armazenamento de salmoura, contra a diluïção provocada pelas precipitações pluviais.

38. — Nessas condições, o actual rendimento de 19 k/m², passaria a 79,4 k/m², seja um aumento de mais de 400 %.

39. — No caso da salina da Companhia Nacional de Álcalis, não haveria qualquer restrição quanto à época de salinação, podendo-se contar com o aproveitamento integral dos 200 dias de insolação previstos.

40. — Para o fabrico de 50.000 ton/ano de carbonato de sódio, serão necessárias 90.000 toneladas de cloreto de sódio com o teor de 95 %.

[1] No Brasil a indústria do sal marinho está condicionada, e todos os anos é atribuída a cada marinha, a sua quota de produção.

41. — A-fim-de reforçar mais a margem de segurança, de 11,1 %, deveremos tomar 100.000 toneladas de NaCl a 95 %.

42. — A produção diária para os 200 dias previstos, seria

$$\frac{100.000}{200} = 500 \text{ ton/dia}.$$

43. — Tratando-se da salina da Companhia Nacional de Álcalis, conviria localizá-la em lugar apropriado, onde, com uma barragem de construção económica, fôsse possível separar da Lagoa de Araruama, uma grande área de pouca profundidade, onde as águas se concentrassem naturalmente até cêrca de 10° Bé, evitando os trabalhos preliminares da fase I.

44. — Desta maneira, a área necessária às fases II, III, IV e V seria:

$$0,475 \times 15.000 \text{ m}^2 \times 500 = 3.562.500 \text{ m}^2,$$

que se subdividiriam da seguinte maneira:

Fases	Áreas		Alt. lâminas
	%	m²	m
10° a 15°	38,9	1.385.812	0,045
15° a 20°	23,2	826.500	0,045
20° a 25°	12,6	448.875	0,055
25° a 25°,5.....	25,3	901.313	0,020
	100,0	3.562.500	

45. — O rendimento previsto, aliás com uma margem de segurança de cêrca de 55 %, seria:

$$R = \frac{1.000.000 \text{ k}}{901.313 \text{ m}^2} = 111 \text{ k/m}^2$$

46. — Para que sejam conseguidos os resultados acima descritos, o único cuidado a tomar, seria evitar soluções de continuïdade no processo de concentração da salmoura, impedindo a sua diluïção por eventuais precipitações pluviais.

47. — Esta finalidade será conseguida fàcilmente, circundando-se os evaporadores e cristalizadores de drenos ou valas cobertas, onde fôssem recolhidas as águas com concentração superior a 10° Bé, desde que as condições atmosféricas prenunciassem chuvas.

48. — A salina em causa deverá ser projectada de tal maneira que a manobra de armazenamento da salmoura se opere rápida e exclusivamente por gravidade.

49. — O rêabastecimento da salina deverá ser realizado por meio de estações elevatórias equipadas de bombas helicoidais de baixa pressão, convenientemente localizadas e dimensionadas, a-fim-de realizar as manobras no mínimo de tempo possível.

59. — São estas as directrizes que julgamos dever presidir a organização do projecto da salina da Companhia Nacional de Álcalis.

Rio, 6 de Setembro de 1943.

Alterações ao Regulamento do Betão Armado

(Decreto n.º 33:021, de 2-9-943, rectificado em 18-9-943, no n.º 202 do "Diário do Govêrno")

Algumas observações a seu respeito

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) D. M. VIEIRA BARBOSA

Entre as diversas alterações que o nosso Regulamento do Betão Armado sofreu algumas há que, relacionadas com questões de granulometria, levam a ligeiras observações.

Comecemos pelo artigo 6.º, onde se lê entre outras coisas:

«A areia..... deve satisfazer às seguintes condições:

a) .....

b) *Conter, pelo menos, um têrço de grãos de dimensões inferiores a 1 mm;*

c) *Ser graduada de forma que a curva da sua composição granulométrica fique compreendida entre as curvas limites indicadas no gráfico seguinte:*

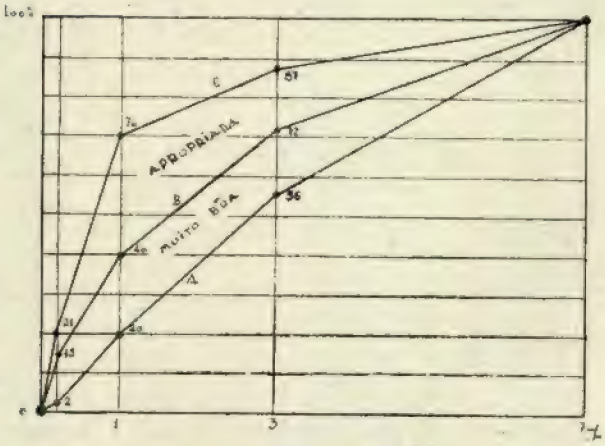


Fig. 1

É fácil ver que estas duas alíneas contêm corpos de doutrina em grande parte antagónicos, como fácil de ver é, também, que a sua aplicação conduzirá, muitas vezes, a verdadeiros absurdos.

De facto, o prescrito na alínea *c*) leva a considerar como percentagem mínima de elementos com dimensões inferiores a 1 milímetro, a percentagem de 20 %, ou seja a medida pela ordenada $\overline{XA}$ (fig. 2); em compensação, o prescrito na alínea *b*) leva a considerar como percentagem mínima dos mesmos elementos a percentagem de 33,3 %, ou seja a medida pela ordenada $\overline{XB}$: e isto conduz a interditar, pràticamente, a utilização da zona a tracejado FBEA, que a alínea *c*) considera como fazendo parte da granulometria *muito boa*.

Suponhamos o material inerte representado a traço e ponto na fig. 2: a fiscalização não só o aprovaria em face da alínea *c*), que o classifica de *muito bom*, como o reprovaria em face da alínea *b*), ao qual não satisfaz, visto só conter 25 % de elementos com dimensões inferiores a 1 milímetro.

Pregunta-se: qual das prescrições regulamentares se é obrigado a seguir?

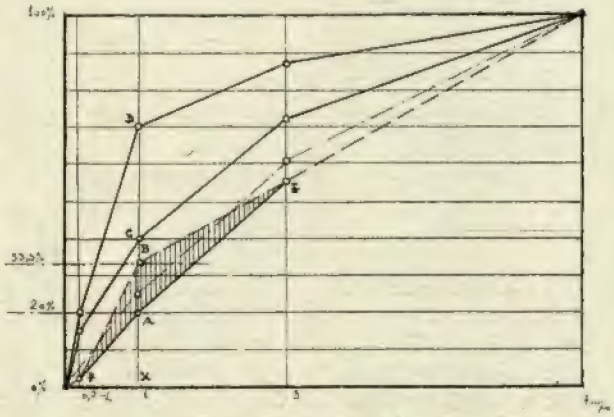


Fig. 2

As curvas prescritas pela alínea *c*) são as mesmas que o regulamento alemão prescreve; na sua última edição, já dêste ano, nada se encontra que leve a confusão semelhante [1].

De facto, ensaios de muitos anos permitiram concluir que a melhor granulometria para a argamassa contida no betão — considerado êste, portanto, como uma alvenaria composta duma mistura de argamassa e de pedras, o que é discutível no sentido exacto da definição — seria aquela que se representasse pela curva a b c d da fig. 3, sob condição de que a areia empregada fôsse do rio ou proveniente de pedreiras e mantivesse uma forma sensìvelmente paracêntrica (forma dos grãos em que as três dimensões principais pouco diferem) [2].

Nesta granulometria aparecem os grãos de dimensões inferiores a 1 milímetro numa proporção ligeiramente superior ao mínimo de 1/3 que a alínea *b*) prescreve, percentagem essa que deve aumentar, no caso em que as areias se apresentem com formas alongadas ou achatadas, para que uma maior percentagem de finos corrija, em parte, os defeitos que tais formas acarretam: e caímos na granulometria a b′ c′ d (fig. 3).

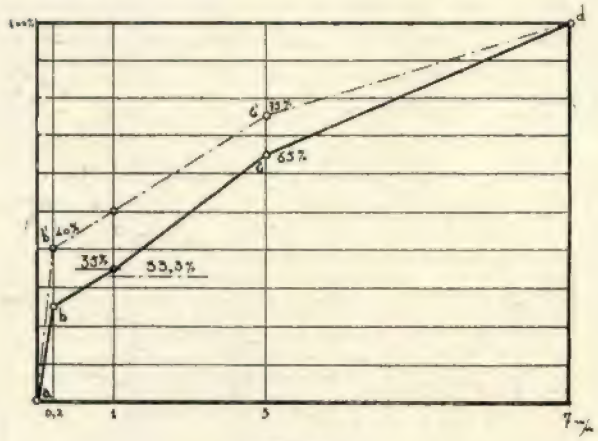


Fig. 3

Contudo muitos outros ensaios mostraram, igualmente, que não só esta granulometria não era a única satisfatória mas que se podiam aceitar valores diferentes para a percentagem dos finos sem que com isso se originassem inconvenientes de maior.

Assim se delimitou uma zona de utilização prática — a zona considerada *muito boa* na fig. 1 — de que a granulometria a b c d da fig. 3 se pode considerar como uma granulometria média (fig. 4).

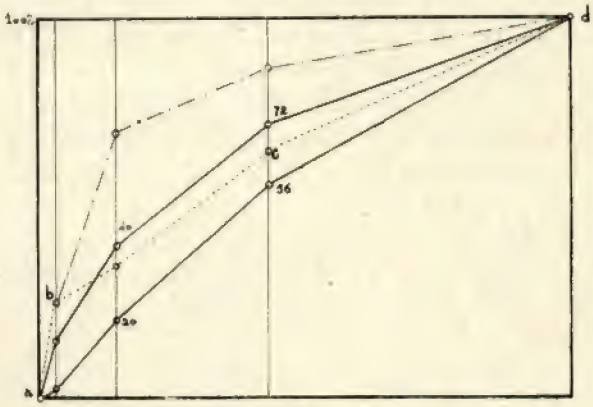


Fig. 4

Que se quisesse lembrar, pela alínea *b*), o preceito latino que «in medio stat virtus» nada haveria a opôr, mas que se queira, pela mesma alínea e pela seguinte, impor para um mesmo mínimo dois valores diferentes é o que não pode ser.

***

Passemos, agora, ao artigo 7.º, onde se lê:

Pedra — § único — A composição granulométrica da pedra britada e areia será estabelecida por meio de ensaios antes do início das obras, de maneira que a respectiva curva fique compreendida entre as duas curvas limites do gráfico seguinte (fig.):

Considerar-se-á uma boa granulometria aquela cuja curva fique compreendida entre as linhas D *e* E, *sendo ainda admissível para os trabalhos de menor responsabilidade a zona compreendida entre as linhas* E *e* F.

---

[1] «Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton». Ausgabe, 1943 — Verlag von Wilhelm Ernest & Sohn — Berlin.

[2] *Taschenbuch für Bauingenieure* — «Die Druckfestigkeit des Zementmörtels und des Betons», pág. 383. Otto Graf — Berlin — Springer Verlag, 1943.

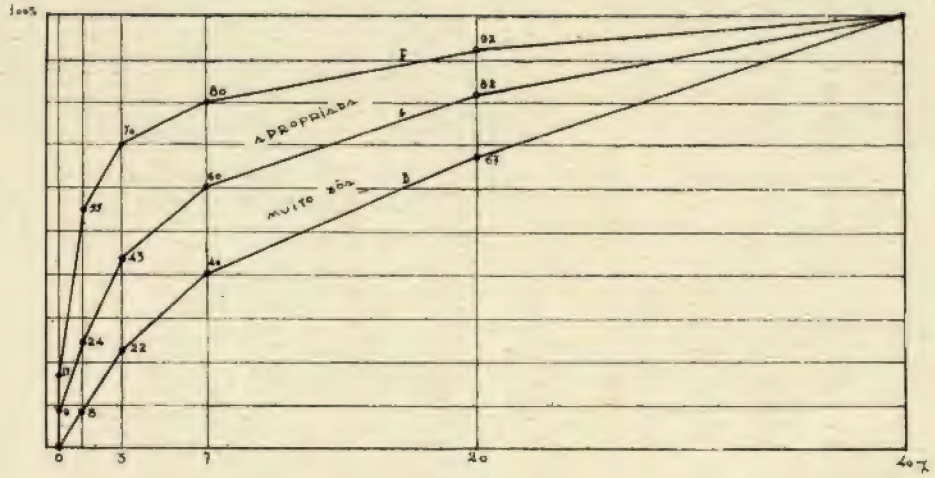


Fig. 5

Em casos especiais poder-se-ão adoptar outras escalas granulométricas mediante prévia aprovação do Ministro das Obras Públicas e Comunicações.

Começa-se por preguntar se é justificado fixar um determinado diâmetro máximo a limitar as composições granulométricas prescritas; com efeito, a redacção do parágrafo único do artigo 7.º está suficientemente clara e precisa para que possam surgir dúvidas a tal respeito: ***não só a granulometria do material inerte tem de estar dentro de zonas bem determinadas, como o diâmetro máximo dêste material deve igualar os 40 mm.***

Vejamos até que ponto se pode justificar tal critério.

A primeira imposição posta a um betão que vai encher um molde é, naturalmente, a de abrir caminho através dos varões mais ou menos aproximados que formam, sejam malhas, sejam fendas, constituindo verdadeiras secções de estrangulamento a dificultar um enchimento perfeito.

É um princípio de compreensão imediata, ligado intimamente à noção do *efeito de parede*, a qual pela sua importância nas obras correntes de betão armado revolucionou, por completo, as velhas teorias da granulometria.

Desde os estudos de Caquot [3] sôbre a teoria da granulação dos betões, até às notabilíssimas experiências de Faury, expostas nos Anais do «Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics» e, finalmente, condensadas no seu interessantíssimo trabalho «Le Béton» [4], conclue-se que o pernicioso *efeito de parede* é tanto mais importante quanto mais densa é a armadura nas peças a betonar e quanto mais elevadas forem as dimensões dos elementos mais grossos do material inerte.

A dificuldade que entrava o enchimento perfeito duma cofragem, de características definidas, varia na razão directa do diâmetro máximo dêsses materiais e da percentagem dos mais grossos elementos dêstes: uma deminuïção do grau de plasticidade do betão ou a aplicação dum processo de apêrto menos potente leva a aumentar, igualmente, aquela dificuldade.

Dentro do critério exposto, caracteriza-se uma malha ou uma fenda, através daquilo a que Faury chama o seu ***raio médio***, ρ, que vem a ser a relação entre a área da secção livre mais estreita da malha e o seu perímetro; quere isto dizer que o raio médio duma fenda, constante a, se representa pelo valor de $\frac{a}{2}$.

E impõe-se medir os valores mínimos dêstes raios médios em tôdas as secções de

(3) «Le rôle des materiaux inertes dans le béton» — Caquot — Mémoires de la Societé des Ingenieurs Civils de France — II — 1937.

(4) «Le Béton» — Faury — «Influence de ses constituants inertes. Règles à adopter pour sa meilleure composition» — 1942.

passagem obrigatória do betão; compreende-se que o entrave oposto a esta passagem, e desde que outros factores não intervenham, varia proporcionalmente com a relação $\frac{D_{max.}}{\rho}$: torna-se, assim, necessário que esta relação seja inferior a um certo limite dependente da percentagem e forma dos elementos grossos, da consistência do betão e da potência empregada no processo de aplicação; de igual modo se pode ser levado a modificar a composição do betão se ρ descer, em certas partes do molde, abaixo de certos valores condicionados pela relação $\frac{D}{\rho}$.

Ainda, segundo Faury e para as condições mais correntes de aplicação em obras de betão armado, a passagem do betão através da rêde de armadura está garantida quando

$$\frac{D}{\rho} < 1,4 \quad \text{no caso dos materiais rolados}$$

$$\frac{D}{\rho} < 1,2 \quad \text{no caso dos materiais britados}$$

Por outras palavras, esta regra comprovada na prática dos estaleiros e por ensaios de laboratório, numerosos e persistentes, leva a admitir para valor máximo do diâmetro do material inerte 7/10 e 6/10 do afastamento livre entre varões paralelos, nos casos dos materiais rolados e britados, respectivamente.

Esta condição que se impõe manter, a não ser que se queira modificar — e nem sempre com êxito — a composição do betão, modificando as percentagens da areia e do cimento, leva a encontrar na melhor das hipóteses (materiais rolados) o valor de cêrca de 20 mm para o $D_{max.}$ quando o afastamento livre entre varões paralelos orça pelos 30 mm: e é um caso em *nada excepcional.*

O $D_{max.}$ de 10 mm, que as curvas granulométricas do nosso Regulamento passaram a impor, só se admitiria quando o espaçamento livre entre armaduras oscilasse entre 60 mm e 70 mm (materiais rolados e britados, respectivamente).

Em face daquilo que por lei se estipula, a granulometria II — fig. 6 — seria considerada, na melhor das hipóteses, como «apropriada», se não fôsse regeitada, pura e simplesmente; e, contudo, no caso dum espaçamento livre de 30 mm entre varões, era a granulometria *que se devia impor em face daquilo que se pretende legislar,* visto que uma granulometria como a I — que uma fiscalização *rigorosa* classificaria de muito boa, em face do artigo 7.º — seria em absoluto condenável pelo efeito de parede a que dava lugar!

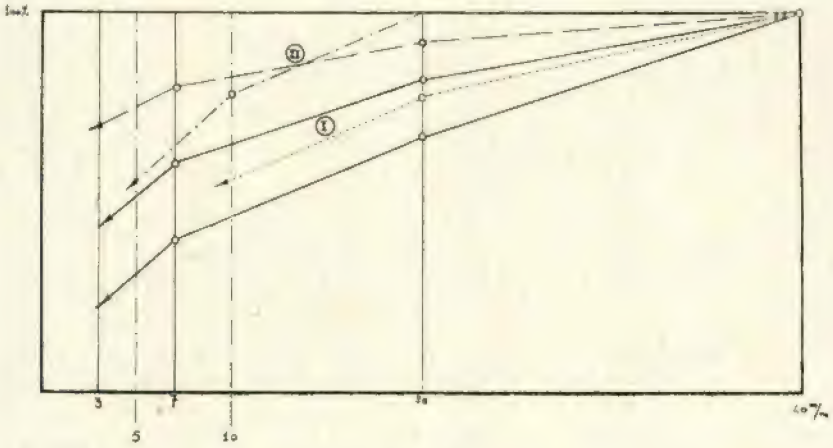


Fig. 6

De resto outras razões, ainda, aparecem a impor, para cada caso, um valor diferente para o $D_{max.}$ dos materiais inertes; sob o ponto de vista do efeito de parede considera Caquot definida uma cofragem através do seu *raio médio, R,* designação

generalizada da anterior, de Faury, mas para designar, agora, a relação entre o volume a encher de betão e a superfície total das paredes e das armaduras que contém.

Há todo o interêsse em empregar materiais inertes com um $D_{max.}$ relacionado com o raio médio R das peças a executar: conclue-se que para não prejudicar as resistências finais há todo o interêsse, também em escolher o $D_{max.}$ de tal modo que

$$0{,}8 < \frac{D_{max.}}{R} < 1$$

Suponhamos a viga de que se apresenta parte dum corte na fig. 7, com uma largura de 20 cm e com 6 ferros de 20 mm dispostos conforme o esquema.

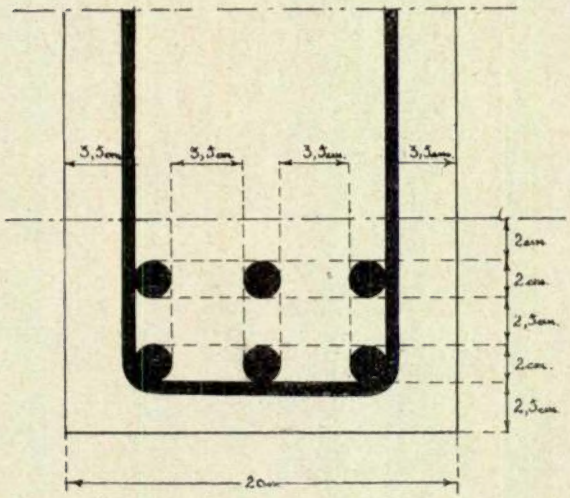


Fig. 7

O $D_{max.}$ a aceitar para o material inerte rolado, de modo a preparar um betão em condições normais de granulometria e dosagem, levando à melhor compacidade no enchimento, determinava-se do modo seguinte:

1) *em relação aos espaçamentos livres entre varões* —

$$D_{max.} < 25\,mm$$

2) *em relação ao raio médio do molde* —

$$R = 25{,}2\,mm$$

$$20\,mm < D_{max.} < 25\,mm$$

Caso excepcional? De modo algum: a prescrição imposta pela granulação de Caquot leva a que se não excedam os 20 mm ou 25 mm para o $D_{max.}$ quando o betão se destina, como diz Faury, a obras de betão armado, com as espessuras habituais e com os afastamentos correntes para as armaduras.

Impunha-se estabelecer curvas granulométricas limites não para um diâmetro máximo determinado — o que é verdadeiramente absurdo — mas sim para um diâmetro qualquer D, tal como está feito, por exemplo, na «Instrucion para el proyecto y ejecucion de obras de hormigon» que o Ministério das Obras Públicas de Espanha publicou há 4 anos e que tive ocasião de referir no n.º 119 da Técnica ([5]).

O facto de se permitir que «em casos especiais» se poderão «adoptar outras escalas granulométricas mediante prévia aprovação do Ministro das Obras Públicas e Comunicações» em nada modifica a questão: a cada momento num estaleiro bem organizado, e onde se trabalhe conscienciosamente, surgem problemas déstes, e estava bem servida a técnica e a economia duma construção se a par e passo do seu desenvolvimento, tínhamos de, burocràticamente, esperar deferimento para que o $D_{max.}$ pudesse ser outro que não os 40 mm . . .

De duas, uma: ou está no espírito do Regulamento dar, através das curvas indicadas, uma prescrição de carácter geral, o que permitiria substituir os 40 mm por qualquer outro valor, mais próprio, para o $D_{max.}$ — e procedia com lógica, — ou então, deseja-se vincar que é aquele diâmetro o

---

([5]) «Algumas considerações àcêrca do «Regulamento do Betão Armado», português — II» — Técnica, n.º 119, Abril, 1941.

que temos de aceitar correntemente, considerando todos os outros casos como «casos especiais» — e caímos no absurdo.

Para a primeira hipótese está precária a redacção, para a segunda está frágil a base em que se apoia; em qualquer caso parece impor-se para o artigo 7.º, tal como para o artigo 6.º, uma nova redacção, mais cuidada, visto que uma das condições necessárias para que as prescrições regulamentares dêste género se cumpram conscienciosamente é não as impor de modo que levem a interpretações dúbias ou obriguem a construir mal.

MODERNAS TENDÊNCIAS DA ENGENHARIA CONSTRUTIVA

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) BETTENCOURT FERNANDES MORENO

ENGENHEIRO DOS SERVIÇOS HIDRÁULICOS
BOLSEIRO DO I. A. C.

Palestra proferida no Centro de Estudos de Mecânica Aplicada

O progresso da técnica construtiva faz-se pelo estudo da forma, pelo aumento da resistência dos materiais e pela diminuïção do coeficiente de segurança. No entanto, não há independência daqueles três meios, antes pelo contrário acham-se ìntimamente ligados.

Ao proporcionar as várias partes duma construção, às fôrças que as solicitam devemos ter em consideração os pontos de vista: segurança, economia e aspecto.

Escolhe-se, por isso, entre as formas possíveis, e elas variam ao infinito, a que melhor se adapta às condições impostas.

Nesta escolha intervêm principalmente a intuïção e o sentido mecânico do indivíduo ou, se assim os quisermos chamar, o bom senso do engenheiro. O ideal a atingir é o de uma visão directa e completa, por intuïção, do fenómeno físico — equilíbrio dos esforços aplicados com os de sustentação, equilíbrio êste conseguido à custa de tensões ou deformações do suporte, também em equilíbrio —, donde resultaria a morfologia da estrutura de acôrdo com as possibilidades do material. Para a perfeição dêste ideal colaboram: o conhecimento científico da mecânica, o estudo técnico dos materiais e a experiência e observação científica praticada nas obras construídas.

O manejo do coeficiente de segurança é, ao lado da ciência aplicada, tôda a arte do engenheiro, e é aqui que êste se distingue do cientista, por isso, a sua fixação toca à filosofia da técnica e o seu valor tem um aspecto económico extremamente importante pela influência directa e considerável que tem sôbre o custo das obras.

O coeficiente de segurança procura ter em conta três espécies de erros:

Erros do construtor — relativos ao dimensionamento da construção e às qualidades dos materiais;

Erros sôbre as estimativas das fôrças exteriores — relativos à natureza e posição das fôrças que actuam sôbre a construção;

Erros do calculador — erros provenientes da teoria aplicada, dizer respeito a materiais e meios abstractos que diferem consideràvelmente dos materiais e meios reais, e ainda, provenientes das teorias utilizadas não abrangerem tôda a complexidade do fenómeno.

O emprêgo do coeficiente de segurança tem em vista segurar a construção contra todos aqueles erros, e por aqui se vê, que, na fixação do coeficiente de segurança, intervêm considerações sôbre o conhecimento das qualidades dos materiais e do valor do desvio sôbre o real, das teorias que se aplicam ao cálculo das construções.

Um conhecimento cada vez mais profundo das qualidades reais dos materiais dado pelos ensaios e observação laboratorial e um maior ajustamento da teoria às realidades que a experiência vai conhecendo, dão possibilidades para a diminuïção do coeficiente de segurança.

Valor experimental dos ensaios laboratoriais que cifram as qualidades dos materiais de construção

Ao esfôrço de tracção desenvolvido na máquina de ensaio opõe-se a fôrça de coesão atómica. O valor máximo desta coesão determina-o a física teórica para os

casos simples, mas o seu valor não está de acôrdo com os valores experimentais do ensaio de tracção — a determinação experimental é cêrca de mil vezes mais pequena que o valor teórico.

A explicação do facto parece residir nas irregularidades da estrutura, em especial as superficiais, que apresentam os corpos sólidos com as conseqüentes concentrações de tensão. Assim o demonstrou Joffé fazendo ensaios da tração sôbre cristais de sal gema. Os ensaios nas condições normais deram-lhe para valor médio da carga de rotura 0,4 kg/cm². Porém, se o provete estiver imerso em água quente, a resistência pode atingir valores da ordem dos 160 kg/cm²; valor muito próximo do valor teórico, que é de 200 kg/cm². O efeito da água quente neste caso é o de suprimir a camada superficial do cristal.

Hermite atesta também, o seguinte:

Se fizermos ensaios sôbre igual número de provetes de volume v_1, v_2, ... v_n, em que $v_n > v_n$ e, se os resultados dos ensaios feitos sôbre provetes de volume v_n forem caracterizados por uma média R_n e um desvio quadrático l_n, a experiência mostra que, quando v diminue R e l crescem. Isto é, a resistência média cresce quando o volume diminue, o que se explica pelo facto de um provete grande ter maior número de probabilidades de encontrar um defeito grande que um pequeno. Quanto mais pequenos são os provetes, maior será a diversidade dos resultados, que irão desde um valor pequeno, proveniente de um grande defeito, a um valor elevado, proveniente de um pequeno defeito.

Por isso, parece de admitir que a primeira causa de rotura provém de um defeito de estrutura do sólido.

O valor obtido num ensaio de rotura por tracção depende da velocidade de ensaio. Para um ferro puro determinou-se para carga de rotura o valor 32 kg/mm², quando a velocidade de carga era de 1 kg/mm²/minuto e 43 kg/mm², no caso de haver períodos de estabilização da deformação com a carga.

Os americanos fizeram ensaios de tracção a velocidades variáveis até 90 m/seg. e mediram o trabalho absorvido até à rotura.

Constataram que: acima de uma velocidade V_m e até um certo valor V_M êste trabalho era constante, para diminuir em seguida.

Para velocidades inferiores a V_m, a resistência e o trabalho de rotura aumentam com a velocidade, aproximando-se o limite elástico do limite de rotura.

A explicação dêste facto está em que a formação de um plano de escorregamento da fase plástica acarreta a rotura, se acaso o tempo não intervier restabelecendo o equilíbrio, por meio de uma recristalização.

Por aquelas razões experimentais define-se limite de rotura o valor máximo da reacção, observado durante um ensaio o alongamento crescente, quando o ensaio é efectuado muito lentamente, de modo a que em cada instante o sólido esteja em equilíbrio estável.

A temperatura influe imenso no comportamento do material no ensaio de tracção. Fazendo ensaios a velocidade de alongamento igual constata-se, variando a temperatura: nos metais puros, que a carga de rotura diminue e o alongamento aumenta quando a temperatura cresce, mas já nos aços, até 300° a 400°, a carga de ruptura aumenta e a plasticidade diminue e, acima daquelas temperaturas, as variações dão-se em sentido inverso; e nas ligas encontram-se, para certas zonas de temperatura, singularidades que dão propriedades particulares ao metal.

Por esta simples resenha de constatações experimentais verificamos, no ensaio laboratorial mais simples, o ensaio de tracção, e no material construtivo mais homogéneo, os metais, a indeterminação e a variabilidade com as condições experimentais dos valores obtidos no laboratório; valores que são o apoio de todo o cálculo.

Para os outros ensaios as coisas complicam-se enormemente mais:

Assim, no valor do ensaio à compressão começam logo por ter grande influência as dimensões do provete empregado. Procuram-se dimensões em que se evite a «flambage» e o atrito dos pratos da máquina de ensaio. Êste atrito faz depender o valor da resistência à compressão da matéria interposta entre as faces carregadas do provete e os